



# DE LAS SEÑALES DE HUMO A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

150 AÑOS DE TELECOMUNICACIONES  
EN ESPAÑA

Coordinadora: Olga Pérez Sanjuán

Foro histórico de las telecomunicaciones



colegio oficial  
asociación española  
ingenieros de telecomunicación





DE LAS SEÑALES DE HUMO  
A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

150 AÑOS DE TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA



# DE LAS SEÑALES DE HUMO A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

## 150 AÑOS DE TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA

**Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación**  
**Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación**

### **Autores**

Olga Pérez Sanjuán (Coordinadora)

Luis Arroyo Galán  
Pedro Blanco González  
J. Javier Esteban Yago  
Eduardo Gavilán Estelat  
José Luis Gómez Barroso  
Ignacio González Carracedo  
José Manuel Huidobro Moya  
Domingo Martín de la Vega Fernández  
Vicente Miralles Mora  
José María Muñiz Aza  
Javier Nadal Ariño  
Sebastián Olivé Roig  
Peregrín Pascual Chorro  
María Teresa Pascual Ogueta  
Olga Pérez Sanjuán  
Antonio Pérez Yuste  
Víctor Reviriego Hernández  
José María Romeo López  
Isidoro Ruiz-Ramos y García-Tenorio  
Miguel Ángel Sanz Sacristán.  
José Luis Vilar Ten



colegio oficial  
asociación española  
**ingenieros de telecomunicación**

**Edita:**

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

**Autores:**

Luis Arroyo Galán  
Pedro Blanco González  
J. Javier Esteban Yago  
Eduardo Gavilán Estelat  
José Luis Gómez Barroso  
Ignacio González Carracedo  
José Manuel Huidobro Moya  
Domingo Martín de la Vega Fernández  
Vicente Miralles Mora  
José María Muñoz Aza  
Javier Nadal Ariño  
Sebastián Olivé Roig  
Peregrín Pascual Chorro  
María Teresa Pascual Ogueta  
Olga Pérez Sanjuán  
Antonio Pérez Yuste  
Víctor Reviriego Hernández  
José María Romeo López  
Isidoro Ruiz-Ramos y García-Tenorio  
Miguel Ángel Sanz Sacristán.  
José Luis Vilar Ten

**Coordinación general:**

Olga Pérez Sanjuán

**Fotografías e ilustraciones:**

Alcatel España  
Archivo Histórico EA4-DO  
Archivo Histórico Nacional  
Exposición del Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Transmisiones del Ejército  
Fundación de los Ferrocarriles Españoles  
Iberdrola  
Museo Postal y Telegráfico de Madrid  
Museo de Telecomunicaciones de Telefónica  
Museo de Telecomunicaciones de OTE  
Philips  
Unión Internacional de Telecomunicaciones

© 2006, de esta edición Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

© 2006, de los textos, los autores

**Edición y producción:**

JdeJ Editores

www.jdejeditores.com

**Dirección:** Javier de Juan y Peñalosa

**Diseño y coordinación:** Juan Carlos González Pozuelo

**Corrección:** Rebeca Córdoba

**Apéndices:** Ana Floría

**Preimpresión:** Safekat, S.L

**Impresión:** Monterreina, S.A

Impreso en España – Printed in Spain

ISBN: 84-934124-7-3

Depósito Legal: M-18767-2006

Primera edición: mayo, 2006

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de este libro, cualquiera que sea el medio empleado –electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc.- sin el permiso de los titulares de los derechos de la propiedad intelectual.

# Sumario

<b>Presentación</b> .....	9
<b>1855-2005: la última revolución tecnológica</b> .....	11
<b>El telégrafo: historia y presente</b> .....	15
<b>Las telecomunicaciones: testigo y parte de historia</b> .....	19
<b>Introducción. Prehistoria de la telecomunicación</b>	
Albores de la telecomunicación.....	25
<b>La evolución de los servicios de telecomunicación en España</b>	
El servicio de telegrafía en España .....	39
El servicio de telefonía fija en España .....	55
El servicio de radioaficionados en España .....	85
El servicio de móvil marítimo en España .....	109
El servicio de móvil aeronáutico en España .....	137
El servicio de radiodifusión sonora en España .....	149
El servicio de radiodifusión de televisión en España .....	163
El servicio de transmisión de datos en España .....	175
El servicio de Internet en España .....	197
El servicio de telefonía móvil en España .....	233
El servicio de radioastronomía en España .....	257
<b>Grandes organizaciones españolas que prestan servicios públicos y que gestionan en autoprestación sus propias redes de telecomunicación</b>	
Las telecomunicaciones y la Administración en España .....	275
Las telecomunicaciones y los ejércitos en España .....	293
Las telecomunicaciones y las empresas eléctricas en España .....	303
Las telecomunicaciones y el ferrocarril en España .....	321
<b>Telecomunicaciones, política y desarrollo económico</b>	
Telecomunicaciones, política y desarrollo económico hasta 1877.....	347
Telecomunicaciones, política y desarrollo económico en el periodo 1877-1924.....	369
Telecomunicaciones, política y desarrollo económico en el periodo 1924-1987.....	407
Telecomunicaciones, política y desarrollo económico a partir de 1987.....	407
<b>Breve cronología de la telecomunicación española</b>	
Pinceladas de telecomunicación en España .....	423
<b>Apéndice de personajes</b> .....	475
<b>Apéndice de organizaciones</b> .....	479
<b>Índice general</b> .....	485





# Presentación

Este libro es el fruto del trabajo del Foro Histórico de las Telecomunicaciones del Colegio Oficial y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación, creado en el año 2000 con el objetivo de recuperar y difundir la memoria de las telecomunicaciones, principalmente la de nuestro país, a través de documentos, objetos y testimonios del pasado, que muestran no sólo el grado de desarrollo tecnológico de las diferentes épocas, sino también las consecuencias sociales, culturales y empresariales que el constante avance de las telecomunicaciones y tecnologías de la información ha tenido en nuestra sociedad.

Forma parte, por tanto, de un proyecto de más calado, de un trabajo más profundo que logra dos objetivos: la recuperación de la memoria histórica de un sector que, precisamente por su juventud, está todavía a tiempo de que no se pierdan, por el inevitable paso del tiempo, recuerdos y vivencias de personas, documentos valiosos, o equipos que, de no actuarse ahora, acabarían por perderse, y la aportación de una reflexión colectiva sobre nuestro pasado que ha de ser muy útil a generaciones futuras, las que trabajarán en un sector en crecimiento permanente.

Pero es, sobre todo, producto de la ilusión y el esfuerzo que un creciente número de ingenieros de telecomunicación y personas interesadas en la historia de las telecomunicaciones, excelentemente coordinados por Olga Pérez, han puesto, y seguirán poniendo, para recuperar la historia de un sector que se ha convertido, en escaso tiempo, sólo siglo y medio, de la nada en soporte de la sociedad y la economía de los países avanzados.

Como Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación quiero expresar mi satisfacción personal, y la de las Juntas de Gobierno de nuestra institución, especialmente las de nuestra organización territorial, por haber podido actuar como soporte de esta experiencia, que entra de lleno en las funciones que una entidad como la nuestra, interlocutor entre la sociedad y la tecnología, ha de tener permanentemente en consideración.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento al apoyo que el proyecto viene recibiendo de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, y el reconocimiento de todos los ingenieros de telecomunicación a nuestros compañeros implicados y comprometidos en esta experiencia.

**Enrique Gutiérrez Bueno**

Decano del Colegio Oficial y Presidente de la Asociación  
Española de Ingenieros de Telecomunicación



# 1855-2005: la última revolución tecnológica

La historia de las telecomunicaciones en España acaba de cumplir 150 años, abarcando ahora tres siglos. Desde la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información tengo la satisfacción de prologar este libro, que recoge los testimonios de una de las aventuras más apasionantes que ha experimentado la humanidad.

Los cambios habidos desde que en 1855 se iniciara el primer despliegue de infraestructuras de telecomunicación de ámbito nacional, según recogía la Ley que autorizaba al Gobierno a plantear un sistema completo de líneas telegráficas, son de una envergadura inimaginable para los pioneros de aquella época.

Desde aquellos telegrafistas, germen de los futuros ingenieros de telecomunicación, hemos asistido a una evolución vertiginosa de la tecnología de las telecomunicaciones: de la telegrafía óptica a la telegrafía eléctrica, la telefonía, la radiodifusión, la televisión, los satélites, la aparición de Internet... hasta llegar a la Sociedad de la Información del siglo XXI.

El libro detalla la evolución histórica de estas redes, la tecnología, el alcance, la organización, su uso, los esquemas de financiación, la extensión por toda la geografía nacional, etc. Cada parte o tema es relatado por los expertos que más cerca estuvieron de las efemérides de los desarrollos correspondientes, en nuestro país y en el mundo.

En la descripción de las diferentes etapas vemos como denominador común la inquietud científica, el espíritu emprendedor y el sentido de la oportunidad, todos ellos elementos integrantes e imprescindibles para el progreso de la sociedad.

Como compañero de profesión de gran parte de los autores de cada capítulo, quiero aportar mi testimonio sobre la evolución de un sector —las telecomunicaciones, los sistemas de información, con fronteras cada vez más difuminadas— que, en los últimos 50 años, supera, tanto por su alcance económico como por el grado de penetración social, cualquier desarrollo tecnológico o revolución industrial anterior en la historia de la humanidad.

En todo este proceso, la Administración Pública ha desempeñado, desde siempre, un papel fundamental, impulsando y apoyando los avances de la técnica, fomentando su implantación y, en algunos casos, adaptándose a su desarrollo con cierto retraso.

Pero ha sido en los últimos 20 años, cuando esta implicación de la Administración se ha hecho más patente en la evolución del sector. En este corto periodo de tiempo hemos

pasado de una situación de régimen de monopolio y monoproducción —la voz— a la introducción de nuevos y múltiples servicios de comunicaciones electrónicas, en un mercado de libre competencia entre diversos operadores y proveedores de servicio, y con gran libertad de opción y elección por parte de los ciudadanos.

Como resultado de esta evolución, los servicios de comunicaciones electrónicas están hoy mucho mejor adaptados a las necesidades de los clientes y consumidores, y con unos precios drásticamente más bajos.

En esta última etapa los cambios infotecnológicos han venido girando en torno a tres hechos fundamentales: la digitalización, la conexión en red —en particular a Internet— y las transmisiones inalámbricas, lo que ha llevado a configurar una red global de comunicaciones electrónicas, que conecta actualmente más de 4 mil millones de terminales, entre teléfonos fijos, móviles y computadores de toda índole (PCs, portátiles, PDAs, videoconsolas...), de manera prácticamente instantánea e independientemente de su ubicación geográfica.

La convergencia de tecnologías (comunicaciones electrónicas, tecnologías informáticas), de infraestructuras de telecomunicación (redes fijas, móviles, IP, WiFi...), de servicios (telefonía, VoIP, navegación web, TV...) y de contenidos (todos cada vez más digitalizados), han permitido crear un entorno global en el que la ubicuidad, la movilidad, la calidad de los servicios y la personalización de los mismos son requisitos indispensables en las demandas actuales de los usuarios y consumidores.

Está sobradamente argumentado el impacto que las infotecnologías y las redes tienen sobre el progreso económico de un país, el bienestar de los ciudadanos y la cohesión social. La progresiva implantación de la Sociedad de la Información como una realidad cotidiana está directamente relacionada con aspectos clave de la vida económica y social de hoy en día. El acceso a la información, la productividad del trabajo y la competitividad de las empresas son cada vez más importantes en un mundo globalizado.

Como Administración pública tenemos la responsabilidad de que nuestra sociedad no se quede al margen de estos cambios. Para ello estamos ya plenamente implicados en la ejecución del plan para el desarrollo de la Sociedad de la Información y la convergencia con Europa, el denominado Plan Avanza, que fue aprobado por el Gobierno el pasado año y que cuenta con un amplísimo apoyo del conjunto de las fuerzas políticas y sociales del país.

Con ello queremos conseguir un marcado crecimiento del sector infotecnológico de nuestro país, incrementando la capacidad innovadora de las empresas, potenciando la capacitación de nuestros empleados y ciudadanos, y fomentando las inversiones en I+D que realicen las empresas tecnológicas.

Estoy seguro de que, con la visión necesaria y el esfuerzo de todos, conseguiremos avanzar hacia ese objetivo. Contamos con todos los que han contribuido al desarrollo de este sector en años anteriores y con los que se quieran unir a esta iniciativa, de modo que nos enfrentemos al nuevo entorno tecnológico con el mismo empeño y entusiasmo que los pioneros que nos precedieron a lo largo de los 150 años anteriores.

**Francisco Ros Perán**

Secretario de Estado de Telecomunicaciones  
y para la Sociedad de la Información

# El telégrafo: historia y presente

Desde unos dos mil años antes de Cristo, comenzó a utilizarse la telegrafía óptica en Mesopotamia. Los primeros testimonios del uso del fuego para transmitir señales aparecen en las inscripciones cuneiformes de Mari. En ellas se da testimonio de que, mediante fuegos encendidos o antorchas, se transmitían noticias a distancia, con la utilización de claves. En el Imperio persa, se utilizó la telegrafía óptica mediante señales luminosas que permitían transmitir noticias sencillas en una red que venía a cubrir todo el territorio. Herodoto da cuenta de que la noticia de la toma de Atenas fue transmitida, mediante fuegos, de una en una isla del mar Egeo.

Al comienzo de la segunda Guerra Púnica, según refiere Tito Livio en su Historia de Roma, había torres de vigilancia en la costa y en el interior de la Península Ibérica. Plinio, en su Historia Natural, alude a las señales de fuego para informar sobre la presencia del enemigo.

Polibio informa del método seguido para transmitir señales mediante antorchas u hogueras que se hacían en sitios elevados. Propuso unas claves que no es del caso referir aquí, pues parece que el procedimiento apenas se utilizó para transmitir noticias en las tierras que integraron el Imperio romano. Durante el sitio de Numancia por Escipión (años 132-133 antes de Cristo), se dieron señales mediante banderas rojas colocadas sobre torres. Así lo refiere Apiano, en el siglo II, según referencia de Polibio. También se utilizaron con eficacia señales luminosas para transmitir noticias desde el limes o zona de frontera entre el Imperio y las tierras que ocupaban los bárbaros, con lo que se informaba sobre incursiones de estos pueblos. En la famosa columna de Trajano, están representadas torres desde las que se hacían señales luminosas para transmitir noticias. Se utilizaron análogos avisos desde determinados lugares de las costas para avisar de la presencia de embarcaciones enemigas. Los faros de La Coruña –la llamada Torre de Hércules–, de Alejandría y de Ostia sirvieron para dar estos avisos con señales de fuego durante la noche y de humo en el día.

Los musulmanes recibieron y utilizaron los conocimientos usuales en Roma y en Bizancio para transmitir noticias mediante señales luminosas previamente codificadas. Con el método utilizado por los bizantinos, podía transmitirse una noticia desde Alejandría hasta Trípoli en unas cuatro horas y, desde Trípoli a Ceuta, en una noche, mediante las señales de fuego que se hacían desde los *sibāt* que estaban situados a lo largo de la costa.

Las almenaras o fuegos que se hacían desde atalayas y torres costeras y, a veces, también en las del interior, permitían transmitir noticias. Las principales eran las de avisar de la llegada de naves enemigas: durante la noche, se hacían almenaras de fuego con el fin de que las viesen los centinelas y llamasen a las armas para defenderse del desembarco de los enemigos. Durante el día, el aviso se podía dar mediante columnas de humo.

Se sabe que en los reinos cristianos, durante la Edad Media, se utilizaron señales de fuego y de humo para transmitir noticias, lo mismo que entre los musulmanes. Las gentes de los poblados de las riberas del Ebro transmitían noticias mediante antorchas. Con el cambio de fronteras a medida que avanzó la acción reconquistadora en la España medieval, los lugares desde los que se transmitían señales dejaron de utilizarse, aunque persistió el topónimo: atalaya, almenara (guaytes o talayes, escoltes, farores, alimares, fums, en catalán). Los lugares desde los que se hacían las señales solían estar a la distancia adecuada entre ellas para que se viesen bien las llamas de las antorchas o las columnas de humo. En documento del año 1384, Pedro el Ceremonioso mandó que los vigías avisasen desde sus torres los movimientos de tropa que advirtiesen. El aviso habría de darse mediante fuego, por la noche, o con una columna de humo durante el día. Según fuesen los cientos de lanzas enemigas que advirtiesen, tantos habrían de ser los fuegos a encender.

Durante el siglo XVII, Kircher, Hooke y Amontons no llegaron a resolver el problema de simplificar la transmisión de noticias respecto a los métodos clásicos, a pesar de que se disponía del antejo de Galileo. Sólo se perfeccionó el sistema de transmisión a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX con los resultados de los experimentos de Chappe, Betancourt, Lerena y Mathé a los que se añadieron los perfeccionamientos del antejo acromático.

El servicio telegráfico que comunicó Madrid y Cádiz tuvo su antecedente en las observaciones parisinas que se hicieron en marzo de 1798, de las que informaron el embajador de España en Francia, marqués de Campo, y el conde de Cabarrús. Después de visitar el observatorio de París, el marqués de Campo informó al príncipe de la Paz de las ventajas de la invención de Claude Chappe (1763-1805) consistente en el semáforo visual telegráfico. Las observaciones que hicieron en París Agustín de Betancourt y el ciudadano Breguet, conocidas en Madrid, decidieron a Carlos IV a instalar en España la telegrafía óptica. El primer ensayo consistió en establecer una línea telegráfica entre Madrid y Cádiz, en 1799. La línea quedó terminada y en funcionamiento en agosto de 1800. Las estaciones repetidoras telegráficas, en número de unas 70, a distancia de 10 ó 12 kilómetros, según aconsejase el relieve, fueron fabricadas en el Palacio del Buen Retiro. Por Real Orden de dos de enero de 1799, comenzaron las obras en este Real Sitio para establecer los talleres en los que habrían de hacerse los telégrafos, bajo la dirección de Agustín de Betancourt. El rey Carlos IV cuidó personalmente del cumplimiento de la Real Orden, visitando las salas en las que habrían de situarse los talleres y fraguas para la fundición de hierro y bronce y para la forja del hierro. En los talleres del Buen Retiro se fabricaron los mástiles o aparatos transmisores. Una vez terminada la instalación de la línea telegráfica que unía Madrid y Cádiz, y con la experiencia de su funcionamiento y utilidad, se pensó en ampliar la red, mediante el enlace de Madrid con Irún. Los agobios de la Hacienda en aquellos años impidieron aplicar el plan de red telegráfica entre 1800-1808. La guerra contra las tropas napoleónicas supuso la

paralización de este proyecto y hasta que dejara de utilizarse, por desperfectos en los repetidores, la línea Madrid-Cádiz. Parece que Napoleón Bonaparte, en el verano de 1808, puso como modelo a sus ministros la «línea de Cádiz» frente al imperfecto telégrafo de Chappe, que continuaba en uso en Francia.

El ingeniero militar José Mathé y Aragua (1800-1875) viajó a Cuba en 1827. Colaboró con Juan López Lerena en establecer en la isla la telegrafía óptica. En febrero de 1831, Lerena fue encargado de instalar una red de telegrafía óptica para unir Madrid con los Reales Sitios de la Granja y de Aranjuez. En los últimos meses del reinado de Fernando VII, ya estaba en funcionamiento. Por Mesonero Romanos, sabemos que había un telégrafo óptico en la Torre de los Lujanes, en la plaza de la villa, mediante el que se recibían noticias sobre la salud del rey, en peligro de muerte en septiembre de 1832. Otras líneas telegráficas, instaladas posteriormente, resultaron de poca utilidad por los efectos de las guerras durante la menor edad de Isabel II, dado que era fácil inutilizarlas al destruir estaciones repetidoras intermedias. También fue vulnerable la aplicación del sistema Morse, ya que los cortes de alambre en las líneas las dejaban inservibles. Al terminar la primera guerra carlista, fue instalada la red telegráfica nacional española, con torres situadas a distancia que variaba, según las exigencias del relieve, de 10 a 20 kilómetros, según se tratase de zonas montañosas o llanas.

Con la guerra, fue necesario y urgente difundir avisos y noticias con la mayor rapidez posible para hacer más eficaz la acción de las tropas que luchaban contra los tradicionalistas. Así, en 1835, José María Mathé fue encargado de instalar una línea telegráfica entre Pamplona y Vitoria, con enlace en Logroño para que fuera utilizada por el ejército del norte. El prestigio de que gozaba Mathé explica que ganase el concurso para instalar una red telegráfica nacional, según el Real Decreto de primero de marzo de 1844. El sistema que propuso Mathé consistía en la edificación de torres en las que se colocaba un aparato con una pieza móvil que permitía distintas posiciones para transmitir los números de una cifra. Las obras comenzaron en la línea Madrid-Irún, en la que se edificaron 52 torres. Otra línea telegráfica habría de unir Madrid y Barcelona. Mathé fue nombrado director de las líneas telegráficas de España. Quedaba así preparada la adopción del telégrafo eléctrico, para lo que Mathé viajó, en 1852, a Alemania, Bélgica, Francia e Inglaterra, con el fin de estudiar cómo estaban organizadas las líneas telegráficas en estos países. Mathé dirigió el tendido de la línea telegráfica eléctrica entre Madrid e Irún, entre los años 1853 y 1855, por el procedimiento de cables suspendidos.

La telegrafía eléctrica fue aplicada después de investigaciones que permitieron comprobar las ventajas de la nueva técnica sobre los procedimientos, ópticos y acústicos, empleados desde antiguo. En España, se prestó atención a los experimentos que se hacían en otros países. A la vista de las ventajas de la telegrafía eléctrica, el 22 de abril de 1855 la reina Isabel II promulgó un Real Decreto por el que se mandaba implantar el nuevo sistema telegráfico en las distintas capitales de provincia, de modo que quedasen todas unidas, y lo mismo en los departamentos marítimos. Después de cumplir lo estipulado en el Real Decreto, la transmisión de noticias pudo ser automática e inmediata, con lo cual se favoreció el desarrollo de los intercambios y la consolidación de los mercados. Desde entonces, los perfeccionamientos técnicos del sistema telegráfico fueron progresivos, aunque pareció superado el procedimiento de transmisión de noticias por la aplicación del teléfono y por las ampliaciones de su red.



Los códigos morse utilizados para transmitir señales mediante el telégrafo son esencialmente los mismos que los códigos binarios que se emplean en la actualidad. En los últimos años, han tenido lugar grandes cambios sociales y económicos impulsados por las telecomunicaciones y por la tecnología de la información, impulsora de la que se ha dado en denominar Sociedad del Conocimiento, y hasta han cambiado los usos y costumbres de todos sus usuarios. Las comunicaciones móviles, la banda ancha, Internet y la convergencia tecnológica son actualmente sólo un aspecto de los procedimientos que se difundirán y ampliarán en el mundo, en el futuro próximo, por su influencia en el conocimiento y por las posibilidades que ofrecen, siempre imprevisibles.

En el libro que se publica para conmemorar los ciento cincuenta años del Real Decreto de 22 de abril de 1855, se hace la historia de las telecomunicaciones en España, en sus aspectos socio-económicos, sin descuidar los tecnológicos. Éstos se utilizan para diferenciar las distintas partes del libro, lo que hace que la obra sea de obligada lectura y consulta para quienes se interesen por la historia de la España contemporánea.

**Gonzalo Anes y Álvarez de Castrillón**

Director de la Real Academia de la Historia

# Las telecomunicaciones: testigo y parte de la historia

Esta obra ha sido realizada por el Foro Histórico de las Telecomunicaciones del Colegio Oficial y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación, con motivo de la conmemoración de los 150 años de las telecomunicaciones en España, cuyo aniversario toma como fecha de referencia el 22 de abril de 1855, por ser el día en el que la Reina Isabel II promulgó la Ley mediante la cual el Gobierno decidió implantar un sistema de telegrafía en todas las capitales de provincia y departamentos marítimos. Las ventajas obtenidas de la telegrafía óptica y los resultados de la investigación internacional sobre la telegrafía eléctrica influyeron seguramente en esta decisión legislativa que marcó un hito importante en la historia y en el desarrollo tecnológico, económico y social de nuestro país.

La dedicación de las más de treinta personas que venimos colaborando en el Foro, con el ánimo de preservar ese activo intelectual que supone la historia de nuestra profesión, ha permitido que podamos elaborar trabajos cada vez más ambiciosos, y fortalecer nuestra vocación de hacer del Foro Histórico un referente de la historia de las telecomunicaciones. Muestra de ello son las diferentes actividades que decidimos realizar con motivo de la conmemoración del sesquicentenario de la telecomunicación española, 1855-2005, entre las que se encuentra la elaboración de este libro, que se han incorporado al Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007) de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, firmándose en este marco diversos convenios de colaboración con organizaciones del sector.

La obra que ahora tenemos en nuestras manos es el resultado de un trabajo que profundiza en la investigación del papel que han jugado las telecomunicaciones a lo largo de la historia, convirtiéndose así en un importante fondo de conocimientos que permitirá al lector analizar las diferentes etapas y reconocer en épocas pasadas situaciones similares a las actuales, en las que sólo cambia la tecnología empleada.

Este libro se divide en cuatro partes, a las que hay que añadir una introducción relacionada con lo que se ha denominado prehistoria de las telecomunicaciones, que describe los sistemas de comunicaciones anteriores a la utilización de la electricidad. Conviene recordar que la primera aplicación práctica de esta fuente de energía fue la telegrafía, y que esta última surgió antes de que la luz eléctrica llegara a los hogares.

La primera parte del libro presenta la evolución que han tenido los diferentes servicios de telecomunicación, con una exposición independiente para cada uno de ellos, desde los más antiguos, como la telegrafía eléctrica, hasta los actuales, que constituyen la piedra angular de lo que hoy conocemos como Sociedad del Conocimiento. Su lectura permitirá apreciar no sólo los avances tecnológicos que se han ido produciendo, sino también la importancia que los diferentes servicios han tenido en la sociedad y como ésta ha ido beneficiándose a lo largo del tiempo de los desarrollos económicos, sociales y culturales asociados a estas tecnologías. La creación de nuevas empresas, la regulación, los personajes más importantes o las costumbres ligadas al uso de las telecomunicaciones son algunas de las aportaciones de esta parte de la obra.

El segundo gran bloque lo constituye la evolución de las telecomunicaciones en aquellas organizaciones, que siendo prestadoras de diferentes servicios públicos, utilizan estos sistemas para cubrir sus propias necesidades de comunicaciones internas, si bien con la liberalización a finales del siglo XX, algunas de ellas decidieron sacar partido de su capacidad excedentaria, poniéndola a disposición de terceros. Este paseo histórico por la Administración, el Ejército, las Eléctricas y el Ferrocarril permitirá comprender la importancia, no sólo que tienen y han tenido las telecomunicaciones en estas organizaciones, sino también la influencia que han tenido algunas de las actuaciones de estas organizaciones en el desarrollo de las telecomunicaciones. Un ejemplo de ello lo constituyen los avances producidos en las técnicas de telecomunicación como consecuencia de las investigaciones y aplicaciones realizadas por los ejércitos.

La tercera parte se centra en analizar la política y el desarrollo económico de los diferentes periodos en los que se ha dividido este siglo y medio. Los hitos que señalan el comienzo de cada una de estas etapas vienen determinados por aspectos que marcan un antes y un después. Así, la primera arranca con el nacimiento de la telegrafía eléctrica en 1855; la segunda en 1877 con la aparición de la telefonía, el segundo servicio más antiguo, que implica una revolución respecto a la situación anterior por su peculiar forma de prestación, que lleva las redes de telecomunicaciones hasta el propio domicilio del usuario; el tercer periodo comienza con la creación del monopolio telefónico en 1924, y el cuarto con la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones de 1987, que supone una modificación en el modelo regulatorio que se venía aplicando. En todas estas fases las telecomunicaciones han contribuido al desarrollo económico del país y a su cohesión social. Por ello, desde aquellos primeros momentos posteriores a la promulgación de la Ley de 1855, los Gobiernos siempre han considerado muy importante favorecer la implantación de estos servicios.

Por último, se ha incluido una cuarta parte que aporta una visión general de los hitos más importantes que han tenido lugar en España contados cronológicamente. Estas

últimas Pinceladas históricas, denominadas así porque entendemos que éste es el término que mejor refleja su contenido, no se limitan a enumerar los diferentes hechos sucedidos durante estos 150 años, sino que además incorporan breves explicaciones de los mismos, aportando una perspectiva más amplia y global. Un aspecto muy significativo de este cuarto bloque lo constituye la gran variedad de imágenes que se incluyen, que muestran desde los esquemas utilizados en el desarrollo de algunos de los inventos hasta las fotografías de aquellas personas que han intervenido en los mismos, pasando por determinados equipos y aparatos, que no sólo sirven para enriquecer el texto, sino que ayudan a entender muchos de los conceptos que en él se tratan.

El libro se completa con la bibliografía utilizada, que permitirá profundizar en estos temas a aquellas personas interesadas y con unos apéndices donde se relacionan todos los personajes y las organizaciones de la obra.

No estaría completo este preámbulo si no agradeciera a los autores la labor que han desarrollado en cada uno de los capítulos, consiguiendo sintetizar de manera clara y sencilla los aspectos más significativos que han marcado la evolución de las telecomunicaciones y los cambios socioeconómicos asociados a éstas. Este resumen ha permitido recopilar en una sola obra los hechos más relevantes de estos 150 años. Así mismo, me gustaría destacar el trabajo que han realizado para añadir una historia gráfica en cada uno de los capítulos, que refleja por sí misma la evolución de las telecomunicaciones y el impacto que éstas han tenido en nuestra sociedad, a la que se han incorporado más de seiscientas imágenes, acompañadas de unos textos a los que merece la pena prestar atención.

Para finalizar me gustaría agradecer al Colegio Oficial y a la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación su compromiso con la historia de las telecomunicaciones y a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información su interés por este proyecto. Quiero también mostrar mi agradecimiento al Museo Postal y Telegráfico de Correos; al Museo de Telecomunicaciones de Telefónica; a la exposición del Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Transmisiones del Ejército; a la Fundación de los Ferrocarriles Españoles; a Alcatel; a Philips; a Iberdrola; y al Archivo Histórico EA4-DO por las numerosas aportaciones gráficas que han realizado, sin las cuales nos hubiera sido difícil elaborar este libro.

Estoy segura de que el lector disfrutará con la lectura de esta obra, que despertará su curiosidad por la historia de las telecomunicaciones y que además, podrá utilizar como libro de consulta sobre este período de 150 años en el que se han producido los cambios más radicales de la historia, sin duda influidos por las telecomunicaciones, los pioneros telegrafistas que las impulsaron, los ingenieros que las desarrollaron y extendieron, y por la sociedad que las utiliza.

**Olga Pérez Sanjuán**

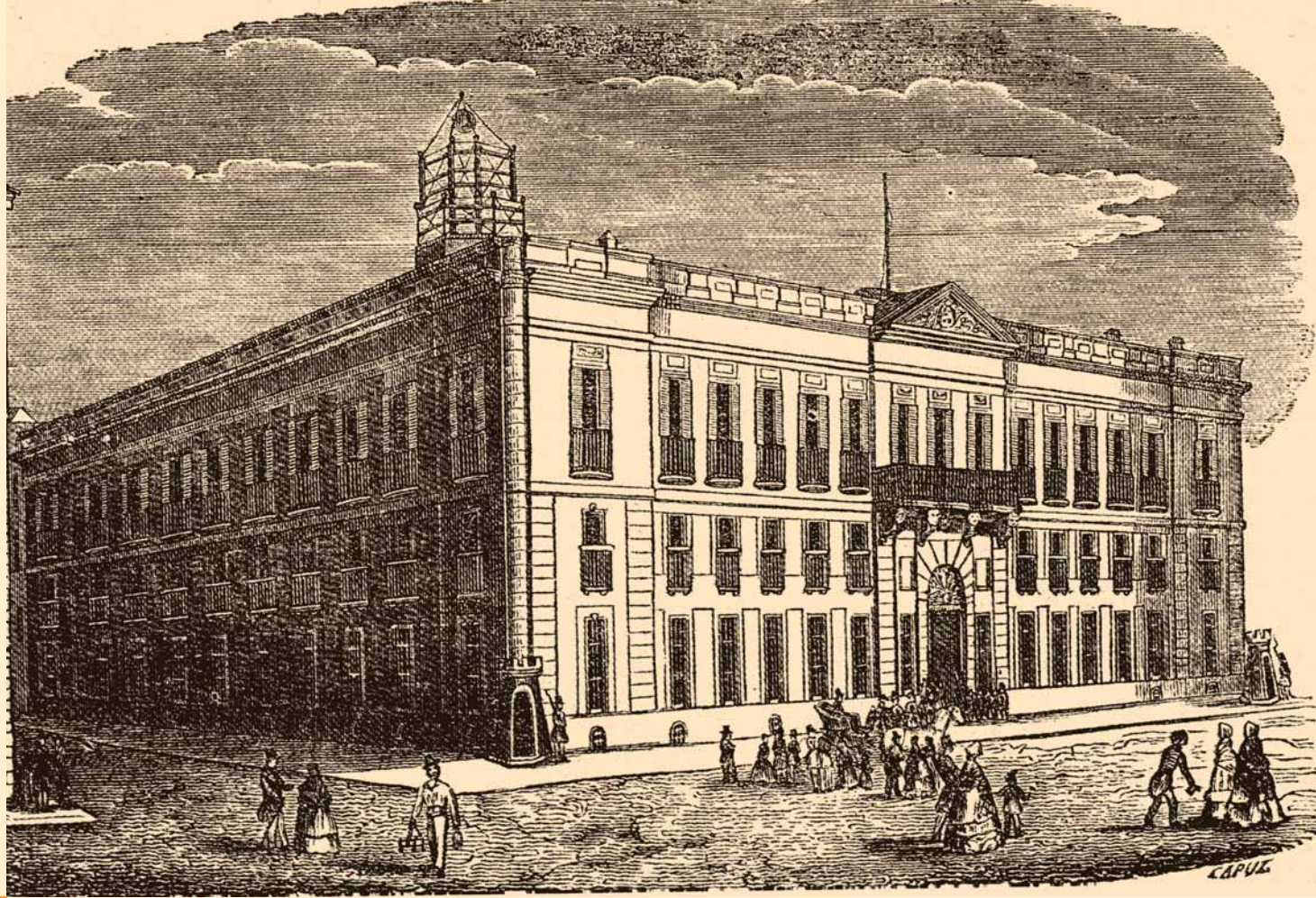
Doctor Ingeniero de Telecomunicación.  
Vicesecretaria de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación  
y Responsable del Foro Histórico



FORO HISTÓRICO DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LAS SEÑALES DE HUMO  
A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO  
150 AÑOS DE TELECOMUNICACIONES EN ESPAÑA



colegio oficial  
asociación española  
**ingenieros de telecomunicación**



Grabado del Ministerio de la Gobernación situado en la Puerta del Sol de Madrid, en el que se puede apreciar la torre de telegrafía óptica situada en el mismo, tal y como fue publicado en el *Diccionario Geográfico* de Pascual Madoz. Este edificio es la actual sede de la Comunidad de Madrid y conocido como «Real Casa de Correos»

# Introducción

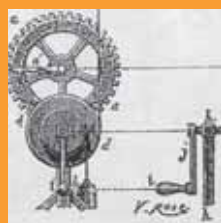
Prehistoria de la telecomunicación







Estado actual de la torre del telégrafo óptico de Mathé en Monterredondo, Morzarzal, en la línea Madrid-Irún



# Introducción

Prehistoria de la telecomunicación

# Albores de la telecomunicación

José María Romeo López

## Primeros testimonios

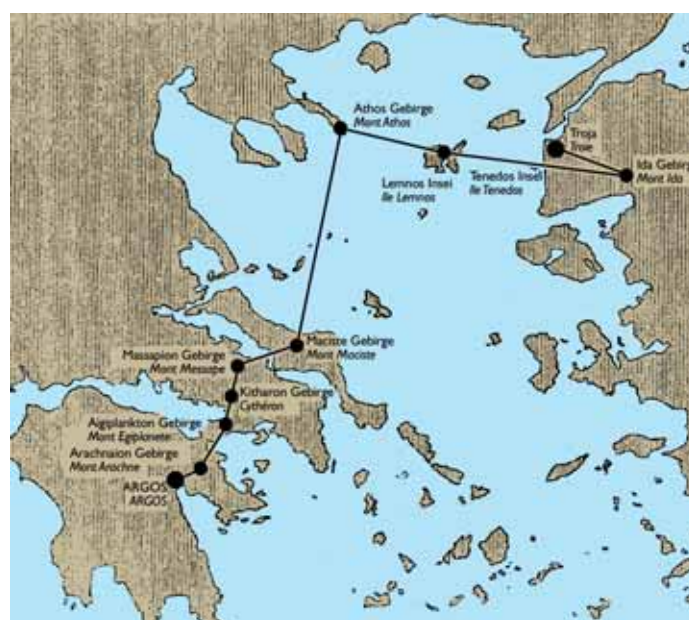
La Humanidad siempre ha sentido la necesidad de comunicarse a distancia de una manera rápida, para poder conocer noticias importantes en poco tiempo, muchas de ellas relacionadas con la defensa y los aspectos bélicos. Los medios de los que se disponía eran la luz y el sonido, que podían ser percibidos directamente por los sentidos de la vista y el oído, si bien las distancias que se alcanzaban eran reducidas. Solamente el fuego, mediante la llama durante la noche, y el humo durante el día, podía alcanzar distancias mayores. Pero a través de este medio, la información que se podía transmitir era muy pequeña, pudiendo solamente confirmar acontecimientos previamente convenidos, sin poder transmitir otro tipo de información.

## Esquilo

Esta idea se puede encontrar en una de las tragedias de Esquilo<sup>1</sup>, *Agamenón*, en la que el protagonista utiliza este sistema en el siglo XII a. C. para que su esposa recibiera la noticia de la toma de Troya en la misma noche en la que había conseguido la hazaña:

«Una hoguera en relevos, envía el empuje viajero del fuego de una montaña a otra: del Ida al monte de Hermes; desde allí hasta Atos, consagrado a Zeus; del Macisto hasta los riscos del Citerón, despertando otro relevo de fuego mensajero que llega a la cima de Aracne [...] hasta que esa llama ardorosa, que podríamos llamar nieta de la hoguera que en el Ida naciera, llegó de un salto a este palacio de los Atridas».

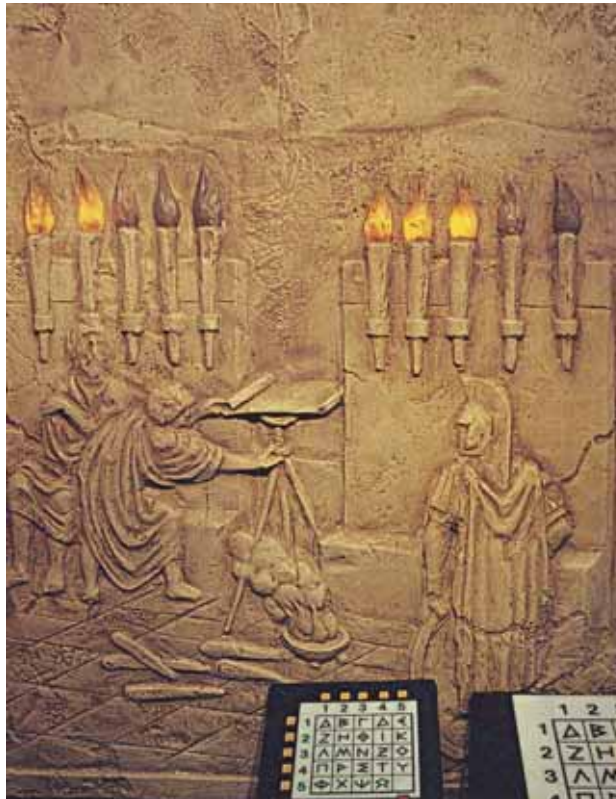
En la figura se puede ver el recorrido de la llama desde Troya a Arbos. En la tragedia de Esquilo, *Agamenón*, se describe un sistema de hogueras, en el siglo XII a. C., para que la esposa del héroe recibiera la noticia de la toma de Troya en la misma noche en la que había conseguido la hazaña: «Una hoguera en relevos, envía el empuje viajero del fuego de una montaña a otra: [...] hasta que esa llama ardorosa, que podríamos llamar nieta de la hoguera que en el Ida naciera, llegó de un salto a este palacio de los Atridas»



<sup>1</sup> Presentada en el año 458 a. C., junto con *Las coéforas* y *Las euménides* (Las furias), que forman la trilogía conocida como la *Orestíada*, o historia de Orestes.

## Polibio

Pero estas mismas ideas se siguen viendo según se avanza en la historia. Así el historiador Polibio<sup>2</sup> hace consideraciones que constituyen una incipiente teoría de la información, al relacionar velocidad de transmisión, cantidad de información transmitida y distancia alcanzada<sup>3</sup>. Además, este historiador exponía que aunque esos acuerdos previos ya podían considerarse un proceso de



(Izquierda) Clesidro descrito por Polibio. En cada extremo de la comunicación se colocaba un clesidro o recipiente lleno de agua, sobre el que flotaba un corcho, que soportaba una tablilla de madera con divisiones horizontales, en las que estaban grabadas frases relativas a la guerra, el comercio, etc. Cuando el extremo transmisor elevaba una antorcha, se abrían los grifos en la parte inferior de los dos recipientes, descendiendo el nivel del agua. Cuando la división de las tablillas correspondiente a la frase que se quería transmitir llegaba al borde del recipiente, se bajaba la antorcha del extremo transmisor. En ese momento, en el extremo receptor, se cerraba el grifo, y se leía la frase correspondiente en la tablilla de su clesidro

(Derecha) Telégrafo de teas descrito por Polibio. En este sistema se utilizaban dos grupos de cinco bengalas cada uno y una tabla de doble entrada. Para transmitir la información se encendían en uno de los grupos el número de bengalas correspondiente a la fila a que pertenecía la letra que se trataba de transmitir; y en el otro se encendían tantas bengalas como la columna en que se encontraba la letra. Se trata del primer código telegráfico alfabético, si bien se encontraba restringido por las limitaciones de observación

adecuación del mensaje, cuando realmente se desarrolló un verdadero procedimiento de transporte de información fue con Eneo el Táctico en el siglo IV a. C.<sup>4</sup>, a través de un instrumento llamado clesidro, que era un recipiente lleno de agua. En cada extremo de la comunicación se colocaba un clesidro o recipiente lleno de agua, sobre el que flotaba un corcho, que soportaba una tablilla de madera con divisiones horizontales, en las que estaban grabadas frases relativas a la guerra, el comercio, o la política, entre otros. Cuando el extremo transmisor elevaba una antorcha, se abrían los grifos en la parte inferior de los dos recipientes, descendiendo el nivel del agua. Cuando la división de las tablillas correspondiente a la frase que se quería transmitir llegaba al borde del recipiente, se bajaba la antorcha del extremo transmisor. En ese momento en el extremo receptor, se cerraba el grifo, y se leía la frase correspondiente en la tablilla de su clesidro. Este método, muy ingenioso, era muy lento ya que había que llenar de agua los recipientes para cada frase.

Cleoxono y Demócrito idearon un procedimiento más perfeccionado que el anterior, en el que las veinticinco letras del alfabeto se distribuían en un cuadro de cinco líneas y cinco columnas, según indicaba el historiador<sup>5</sup>. Para transmitir la información se utilizaban dos grupos, cada uno de cinco bengalas y se encendían en uno de ellos el número de bengalas correspondiente a la fila a que pertenecía la letra que se trataba de transmitir y en el otro tantas bengalas como la columna en que se encontraba la letra. Se trata del primer código telegráfico alfabético, si bien se encontraba restringido por las limitaciones de observación.

2 Historiador griego (208 a.C. -126 a.C.)

3 Punto 43 del Libro X del *Tratado de Historia* de Polibio.

4 Punto 44 del Libro X del *Tratado de Historia* de Polibio.

5 Puntos 45, 46 y 47 del Libro X del *Tratado de Historia* de Polibio.

Filipo, rey de Macedonia, empleó este procedimiento en todas sus expediciones militares. También lo adoptaron los romanos, siempre dispuestos a incluir los inventos y descubrimientos de sus vecinos que les fueran útiles, y que tenían una tremenda necesidad de comunicación, consecuencia de su vasto imperio.

## Edad Media: Ahumadas

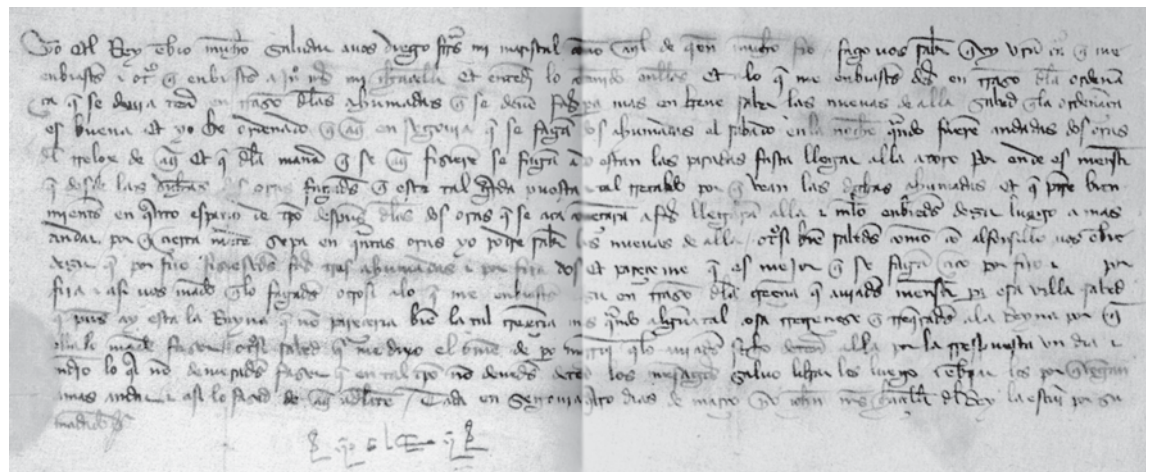
Parece que se siguieron utilizando esos mismos sistemas durante parte de la Edad Media y aunque no se menciona la separación a que se encontraban los puntos de repetición, se puede afirmar que estarían muy próximos para que, sin ninguna ayuda, el ojo humano pudiera diferenciar las distintas combinaciones.

La utilidad de estos sistemas, utilizados hacia los siglos IX y X y que podían transmitir mucha información, sin que tuviera que estar acordada de antemano, se justificaría por el aumento de velocidad que suponían frente a las noticias transmitidas por un jinete a caballo, aunque todo dependía de la longitud del mensaje, y por lo tanto, se hacía necesario disminuir el número de elementos de cada combinación.

Según estudios realizados en Francia en el siglo XIX, existen restos de una «línea telegráfica», que se atribuye a los romanos, pero que bien pudiera ser posterior y en la que la separación entre puntos de repetición es de doce kilómetros.

## Enrique III

En 1405, Enrique III se encontraba en Segovia y la Reina, a punto de dar a luz, en Toro. Era importante conocer el sexo del nacido por los problemas sucesorios de la casa de Trastámara y el Rey dio instrucciones, por medio de una carta que se conserva en el Archivo Histórico Nacional (Sección Diversos, Serie Real, Legajo I, número 96), para que se le comunicase rápidamente a través de una serie de hogueras, ahumadas, situadas a distancias convenientes, un mensaje acordado previamente



Enrique III, mientras se encontraba en Segovia, en 1405, conoció el nacimiento de su hijo Juan II, en Toro, por medio de «ahumadas». Previamente el Rey había enviado una carta a su canciller en la que le indicaba que se hicieran cinco ahumadas si tenía un hijo. Para que a una distancia de doce kilómetros, considerada como adecuada para sustituir ventajosamente al caballo, puedan diferenciarse las hogueras entre sí, es necesario que estén bastante separadas y, desde luego, cinco precisan de una extensión imposible de conseguir encima de una torre.

Todavía en el siglo XXI se pueden reconocer algunos emplazamientos, como el del Torrejón en la localidad de Ramiro, que es un montículo natural, con una superficie llana en la cumbre de unos 150 a 200 metros de perímetro y en el que, a una altura inferior, existe una especie de corona circular, también llana, que debió ser un foso de protección; aunque los vecinos comentan que el montículo es artificial. A unos doce

Montículo de Ramiro. Todavía en el siglo XXI se pueden reconocer algunos de los emplazamientos que se utilizaron para hacer las hogueras, como el de Torrejón en la localidad de Ramiro, que aparece en la imagen, que es un montículo natural con una superficie llana en la cumbre de unos 150 a 200 metros de perímetro y en el que, a una altura inferior, existe una especie de corona circular, también llana, que debió ser un foso de protección; los vecinos todavía comentan que el montículo es artificial





A unos doce kilómetros de Ramiro, en Almenara de Adaja, existe otra meseta a la que se llega a través de un camino que, en el mapa topográfico 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, figura como «Camino de las Ahumadas».

kilómetros, en Almenara de Adaja, existe otra meseta a la que se llega a través de un camino que, en el mapa topográfico 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, figura como «camino de las Ahumadas».

## Las señales militares

La preocupación por satisfacer la necesidad de comunicación, transmitiendo información de forma rápida, siguió existiendo y en tiempos del rey Juan II de Castilla, cuyo nacimiento fue comunicado a su padre mediante un sistema de ahumadas, se estableció el primer código de señales para la Marina que se conoce.

Esta primera referencia a la utilización de señales para la comunicación marítima aparece en el *Código de las Partidas* de Alfonso X el Sabio, en el que se dice que se utilicen aquellas que sean necesarias. El documento, que se titula «Pleito homenaje que se tomó a don Fadrique, Almirante de Castilla, quando y como», contiene el Ordenamiento que hace el Almirante de Castilla, don Fadrique, para gobernar una importante escuadra compuesta de 20 galeras, 30 naos y 6 buques que mandó armar don Juan II de Castilla para ir contra el rey de Aragón. El código es bastante rudimentario y utiliza para hacer las señales: la «lanterna» o farol, el pendón real y las banderas y, en circunstancias muy especiales, la trompeta.

Aunque el interés debió seguir existiendo, no se vuelven a tener referencias de este tipo de comunicación hasta el siglo XVIII, cuando en 1742 don Juan José Navarro, marqués de la Victoria, publicó su obra *Órdenes y señales, que han de observar todas las embarcaciones de transporte que navegan bajo mi mando*. En este código de señales se utilizan diez banderas, significando cada una de ellas una cifra. El fundamento de este código fue adoptado por la mayoría de las Marinas extranjeras, e incluso el almirante inglés Home Podham, en 1805, le añadió otra bandera para indicar la repetición de la anterior, creando lo que se considera primer telégrafo marino.

Avanzando más en la historia se puede ver como en la Conferencia Radiotelegráfica Internacional de Washington de 1927 se estableció el *Código Internacional de Señales*, actualmente vigente, que consideraba tanto estos antiguos códigos de banderas como el radioeléctrico en código Morse. Con ello se llega, una vez más, a la interacción de sistemas que satisfacen una misma necesidad con los mismos procedimientos y distintas tecnologías. Así por ejemplo, en las aplicaciones militares, cuando todavía los equipos de radio no permitían aplicaciones portátiles, se utilizaban medios ópticos, tales como las banderas y los aparatos de destellos, ya que el uso de

telegrafía o telefonía podía presentar graves inconvenientes al no ser posible, en muchas ocasiones, el tendido del conducto por la situación en que se hallaba el ejército respecto de su enemigo o por la configuración topográfica del país en que se operaba.

Las banderas se emplean para distancias cortas; las reglamentarias españolas son de tres colores distintos: blancas, negras y rojas, y de tres tamaños diferentes. La tela es de merino y está cortada formando un cuadrado. La elección del tamaño y color de la bandera depende de la distancia a que se halle la estación correspondiente y de la clase de fondo sobre el que se proyecten los movimientos de aquella, escogiéndose el color más opuesto posible al fondo. La transmisión de despachos se efectúa con una sola bandera sostenida por un soldado, llamado *señalador*, que, haciéndola partir de una posición inicial, le da dos movimientos distintos para representar los puntos y las rayas del código morse. Las señales efectuadas en buen tiempo con las banderas pequeñas, de 60 centímetros de lado, se perciben claramente, a simple vista, desde 1.500 metros; para mayores distancias se emplean las banderas medianas de 90 centímetros y las grandes de 1,20 metros, usando, además, un anteojo terrestre para su recepción.

Los aparatos de destellos son de dos clases según produzcan destellos por reflejo de la luz solar, denominados heliógrafos, o por la emisión de rayos de luz artificial, conocidos como aparatos de luces. El heliógrafo es un aparato que tiene por objeto reflejar los rayos solares en una dirección determinada, lo que se consigue por medio de un espejo de 20 centímetros de diámetro, que es su órgano principal, al que se le da la posición conveniente. Las emisiones e interrupciones alternativas de los reflejos obtenidos variando la posición del espejo constituyen las señales con que se efectúa la transmisión telegráfica en código morse. El alcance de los expresados reflejos es muy considerable, pudiendo llegar a 50 kilómetros. Tiene la ventaja de que los destellos que produce no son visibles para los observadores que se hallen separados de la dirección en que son emitidos, es decir, que queden fuera del haz luminoso, por lo que es fácil evitar que sean percibidos por el enemigo.

Los aparatos de luces son aquellos que sirven para producir señales telegráficas durante la noche, obtenidas por la emisión de destellos luminosos procedentes de un foco de luz artificial. El aparato Magin, de procedencia francesa, está constituido por una lámpara de petróleo colocada entre un espejo cóncavo, que sirve de reflector y una lente convergente, llamada objetivo. Por efecto de las respectivas posiciones se produce un haz luminoso muy intenso, formado por rayos paralelos al eje del reflector. Este aparato puede utilizarse también durante el día, sustituyendo el efecto de la lámpara por la luz del sol, captada y reflejada por un juego de espejos, adosados al conjunto.

## La Ilustración: ensayos sobre telégrafos

La construcción de las primeras lentes se remonta al siglo XIV, si bien tiene que pasar más de un siglo para que, en 1590, Zacarías Jansen invente el anteojo y otro siglo más para que Amon-tous en 1690 emplee el catalejo para observar las señales.

Esta aportación de la tecnología óptica permitía distinguir señales más complejas o más lejanas y sin embargo no se aplicó para mejorar las comunicaciones a distancia, con la excepción de algunos ensayos aislados. Esto se debió a que faltaba uno de los factores, que sin duda influyó en el desarrollo de la telecomunicación: la necesidad de la sociedad. Durante todos esos siglos, la sociedad mantuvo el mismo ámbito de actividad socioeconómica y utilizó los mismos medios de transporte, caballos, carros y barcos de vela, permaneciendo sus necesidades de comunicación prácticamente inalterables.

## La electricidad

Sir John Gavey, primer Presidente de la Asociación de Ingenieros Eléctricos del Post Office Británico, escribía, en 1908, en las «Palabras de bienvenida» con las que se abría el primer número del *Post Office Electrical Engineers Journal*: «... en una fecha tan reciente como hace cuarenta años, la telegrafía era la única rama de la ingeniería eléctrica y cuando se fundó, en 1871, el actual IEE, con el nombre de Sociedad de Ingenieros Electricistas, ella representaba la totalidad de nuestros intereses...».

Recordemos que el primero en emplear el término *electricidad* fue el Físico Real británico William Gilbert, que vivió entre 1544 y 1603, cuando la reina Isabel I de Inglaterra le encargó que estudiara la forma de mejorar la exactitud de las brújulas usadas en la navegación y, como resultado de sus investigaciones, descubrió el magnetismo terrestre y estableció los fundamentos de las nuevas ciencias de la electricidad y el magnetismo.

Dos siglos más tarde, en el número del 17 de febrero de 1753, de la *Scots Magazine* se publicaba un escrito, fechado en Renfrew el 1 de febrero y firmado simplemente C. M., que se consideró la primera propuesta de un telégrafo eléctrico. El escrito comenzaba: «Al autor del Scots Magazine. SIR, Es bien sabido por todos los que conocen los experimentos eléctricos que la energía eléctrica puede propagarse a lo largo de un hilo fino, desde uno a otro lugar, sin que sea sensiblemente atenuada en su progreso por la longitud del hilo. Tomemos, entonces, un conjunto de hilos, igual en número al de letras del alfabeto, extendidos horizontalmente entre dos lugares dados, paralelos unos a otros y separados entre sí una pulgada aproximadamente...». A continuación explicaba cómo al final de cada hilo se colocaba una esfera ligera y debajo de ésta un trozo de papel u otra sustancia, en la que estaban escritas cada una de las letras del alfabeto. Y decía «... dispuesto todo esto y fijado el momento previamente, yo empiezo la conversación con mi amigo distante de esta manera. Dispongo de la máquina eléctrica como para un experimento ordinario, supones que quiero pronunciar la palabra Sir; con una pieza de cristal u otro electrice per se, yo toco el hilo S, luego la i y después la r, todos en la misma forma». En el otro extremo las esferas atraerían los trozos de papeles con las letras correspondientes y el amigo iría memorizándolas para escribirlas. A continuación proponía otro procedimiento mediante el uso de pequeñas campanas con distinto sonido en los extremos de cada uno de los hilos. El escrito terminaba haciendo consideraciones sobre la distancia a la que podía progresar la electricidad sin que disminuyera sensiblemente y estimaba que podía oscilar entre 30 y 40 yardas; pero advertía que era posible que el aire circundante disminuyera aun más la progresión. Para evitar este efecto de la atmósfera proponía recubrir los hilos con una capa de cemento de joyería.

En 1774 George Louis Lesage propuso un plan similar al de C. M., usando hilos subterráneos introducidos en un tubo de cerámica con divisiones interiores para cada uno de los hilos, lo que hacía suponer que trataba de evitar el efecto de la electricidad atmosférica. Charles Augustin de Coulomb inventó, en 1776, la balanza de torsión con la que se podía medir con exactitud la fuerza entre las cargas eléctricas y corroboró que dicha fuerza era proporcional al producto de las cargas individuales e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separaba. A partir de ese principio, Lomond sugirió, en 1787, un sistema que utilizaba un solo hilo, y en el que las letras se identificaban por el desplazamiento que en las esferas producían las distintas fuerzas eléctricas enviadas. En la literatura universal sobre telegrafía suele decirse que ese mismo año Agustín de Betancourt realizó una comunicación entre Madrid y Aranjuez utilizando la Botella de Leyden, aunque parece que no fue así, y que en 1795, el médico catalán Francisco Salvá y Campillo describió un telégrafo similar al de C. M.

Luigi Galvani, que vivió entre 1737 y 1798, realizó un estudio sobre las corrientes nerviosas eléctricas en las ancas de ranas y propuso la teoría de la Electricidad Animal, que interesó a Humboldt, que llegó incluso a realizar experimentos, aunque no ocurrió lo mismo con Volta, que creía que las contracciones musculares eran el resultado del contacto de los dos metales con el músculo. También llamó la atención del doctor Salvá que proponía, en 1800, la utilización de ranas como fuente de energía de su telégrafo. Todos estos telégrafos basados en la electricidad estática tenían el inconveniente de la influencia atmosférica, que ya advertía C. M., y también Salvá en una de sus memorias.

## La telegrafía óptica

En la última década del siglo XVIII ocurrió un acontecimiento que iba a influir, de una u otra manera, en la transformación de la sociedad y que, de forma inmediata, daría lugar al nacimiento de la telegrafía regular. Entre 1790 y 1795 Francia, en plena revolución, estaba cercada por las fuerzas aliadas de Inglaterra, Holanda, Prusia, Austria y España, sublevadas



Agustín de Betancourt. Nació el 1 de febrero de 1758 en Puerto de la Cruz (Tenerife). Tras sus estudios en Tenerife, inició la carrera militar como teniente a los veinte años. A finales de 1784 viajó a París para ampliar estudios, con una pensión concedida por el rey Carlos III. En esa ciudad, y en colaboración con Breguet, presentó en el Instituto de Francia un sistema de telégrafo óptico, en competencia con el de Chappe, que no fue aceptado. En 1796 inició la construcción de una línea con ese sistema entre Madrid y Cádiz; aunque no hay constancia de que pasara de Aranjuez. En 1802, participó como miembro fundador y primer director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y en 1807, por desavenencias con el Príncipe de la Paz, decidió exiliarse y eligió como destino Rusia. Tras el incendio de Moscú de 1812 intervino activamente en la reconstrucción de la ciudad. Murió el 14 de julio de 1824 en San Petersburgo.



Francisco Salvá y Campillo, nació en Barcelona el 12 de julio de 1751. Hijo de un médico del Hospital General de Barcelona, inició los estudios en el Colegio Episcopal de esa ciudad, en el que se le consideraba como niño prodigio. Estudió Medicina en las Universidades de Valencia, Huesca y Toulouse Languedoc. Murió a los 76 años de edad en Barcelona, el día 13 de febrero de 1828. Cumpliendo su última voluntad se le extrajo el corazón, el cual se encuentra en una urna, junto a sus libros, en la Real Academia de Medicina de Barcelona. Entre 1795 y 1804 presentó cuatro *Memorias* en la Academia de Ciencias de Barcelona, en las que exponía diversos sistemas de Telegrafía Eléctrica, por lo que se le considera como el pionero, en España, en esta tecnología

Torre del telégrafo óptico de Mathé. Los aparatos de los telégrafos ópticos se situaban a distancias de unos diez kilómetros sobre torres construidas en elevaciones del terreno que permitieran la visibilidad entre ellas. El de Mathé constaba de un bastidor con tres franjas negras alternadas con otras blancas o vacías más anchas, interrumpidas todas ellas en el centro, dejando una columna abierta por la que se movía verticalmente una pieza de altura igual a la de las franjas negras. Esta pieza, llamada indicador, podía adoptar doce posiciones con respecto a las franjas, cada una de ellas correspondía a uno de los signos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, m, x, con los que se codificaban los mensajes

Marsella y Lyon y con la escuadra inglesa fondeada en Tolón. En esta desesperada situación, los franceses observaban que la circunstancia que les está favoreciendo era la falta de coordinación entre las fuerzas aliadas, a causa de las dificultades de comunicación entre ellas.

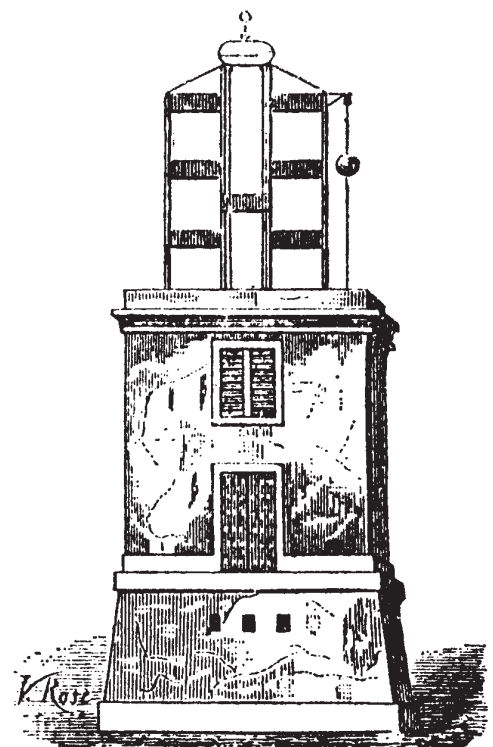
Francia decidió volver la situación a su favor disponiendo de unos buenos sistemas de comunicación, que permitieran al gobierno central recibir información y transmitir órdenes en el tiempo más breve posible. En el verano de 1790, Chappe y sus hermanos empezaron a proyectar un sistema de comunicación que satisficiera esta necesidad imperiosa que había surgido. A pesar de las experiencias con telégrafos eléctricos que se habían llevado a cabo, Chappe se decidió por un sistema óptico en el que se hicieran señales en puntos elevados, si bien ahora se hacía uso de los catalejos y esas señales podían representar la información codificada y ser visibles a distancias del orden de los 12 kilómetros. El dispositivo de codificación permitía 92 combinaciones, cada una de las cuales correspondía a una sílaba, adoptando un código similar al de la taquigrafía. Este sistema se sustituyó por otro a base de un diccionario o vocabulario de 92 páginas, con 92 palabras en cada página, es decir, 8.464 palabras en total; para identificar una palabra sólo eran necesarios dos signos: uno que identificaba la página y otro la palabra dentro de ella.

Pero, mientras Chappe elaboraba ese diccionario, el diputado Eymar anunciaba que era preferible adoptar el invento realizado por Breguet y el español Betancourt y que un simple ensayo del mismo bastaría para demostrar su superioridad. Según la memoria presentada en el Instituto de Francia, el sistema propuesto por Betancourt constaba de un mástil, en cuyo extremo superior giraba una aguja, que podía adoptar 36 posiciones; en el anteojo con el que se observaba existía una retícula en la que estaban grabados los signos correspondientes a cada posición de la aguja. No obstante como el tiempo acuciaba, se adoptó el sistema de Chappe y se decidió la construcción de la línea París-Lille, de 230 kilómetros de longitud. El día 15 de agosto de 1794 se transmitió por esta línea el primer mensaje anunciando la reconquista de Le Quesnoy.

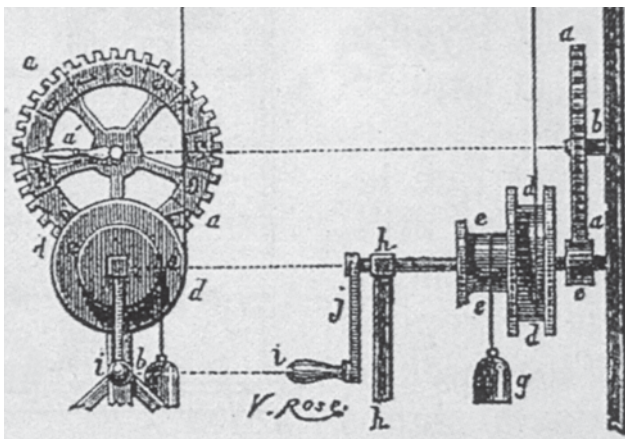
## Aplicaciones civiles en España: José María Mathé

Después de la referencia que existe a la línea de Madrid a Aranjuez, existen otras referencias a algunas líneas que proyectó e incluso instaló Lereña y a las militares durante las guerras carlistas, pero, como sistema telegráfico, es a partir de 1844 cuando se tiene documentación de su utilización y existen testimonios de ello. José María Mathé construyó en los diez años siguientes, y hasta que se estableció el telégrafo eléctrico, una red tan extensa como la que había logrado Francia en más de cincuenta años. En 1846 se inauguró la línea de Madrid a Irún, por Valladolid, Burgos y Vitoria. Posteriormente la de Madrid a Cádiz, por Aranjuez, Toledo, Ciudad Real, Córdoba y Sevilla y por último la de Madrid a Barcelona por Valencia con un ramal a Cuenca y otro a La Junquera. Quedaron en proyecto las de Madrid a Pamplona por Zaragoza y un ramal de Sevilla a Badajoz.

Su aparato constaba de un bastidor con tres franjas negras alternadas con otras blancas o vacías más anchas, interrumpidas todas ellas en el centro, dejando una columna abierta por la que se movía verticalmente una pieza de altura igual a la de las franjas negras. Esta pieza, llamada *indicador*, podía adoptar doce posiciones con respecto a las franjas, según estuviera en el centro de las blancas, en







éstas, tangente a una de las negras adyacentes, o coincidiendo con las negras. Cada una de las doce posiciones correspondía a uno de los signos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, m, x. La m se utilizaba para anular el signo anterior y la x para representar al segundo de dos signos iguales consecutivos. El movimiento del indicador se efectuaba por una driza o cadena, a partir de un torno accionado por una manivela y de cuyo eje era solidaria una gran rueda dentada dividida en doce partes identi-

Dispositivo del telégrafo de Mathé. El movimiento del indicador se efectuaba por una driza o cadena, desde la planta superior de la torre, mediante un torno accionado por una manivela, de cuyo eje era solidaria una gran rueda dentada dividida en doce partes identificadas con cada uno de los signos. Los diferentes diámetros de las ruedas permitían que el desplazamiento de una doceava parte de la rueda grande correspondiera al desplazamiento de una posición del indicador

ficadas con cada uno de los signos. El sistema de codificación utilizado no usaba palabras, sino frases completas, recogidas en un *Diccionario Fraseológico Oficial*. Así por ejemplo en el despacho:

4/018/13x02107049/258524567/876534678/593584579/25x409876 cada bloque significaba:

4	Comunicación urgente
018	Comunicación para la torre 18 de la línea principal (0)
13x0	Hora de expedición
21	Día de expedición
07	Número de registro
04	Número de periodos de que consta el despacho
9	Número de cifras de que consta el último periodo
258524567	«El comandante general del departamento — comunicará al — la orden, para que dé la vela para el puerto de —, a donde se ha servido destinarlo S. M.»
876534678	«Ferrol».
593584579	«Navío Soberano».
25x409876	«Cádiz».

Por tanto el texto del despacho sería: «*El comandante general del departamento del Ferrol comunicará al Navío Soberano la orden, para que dé la vela para el puerto de Cádiz, a donde se ha servido destinarlo S. M.*»

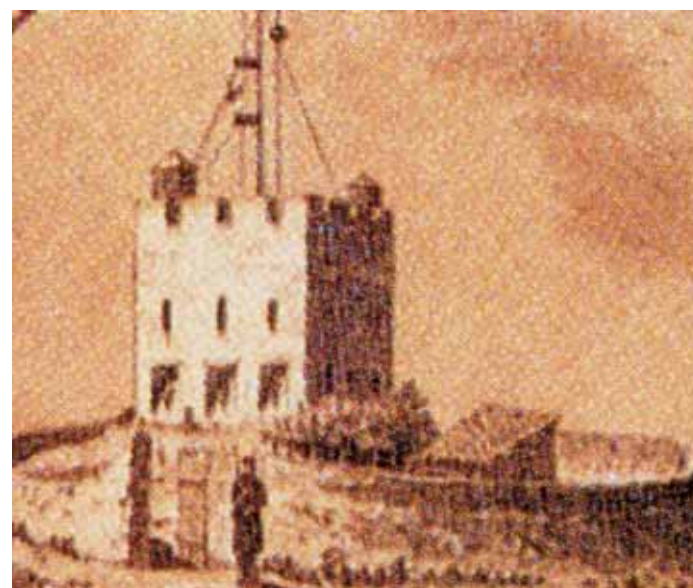
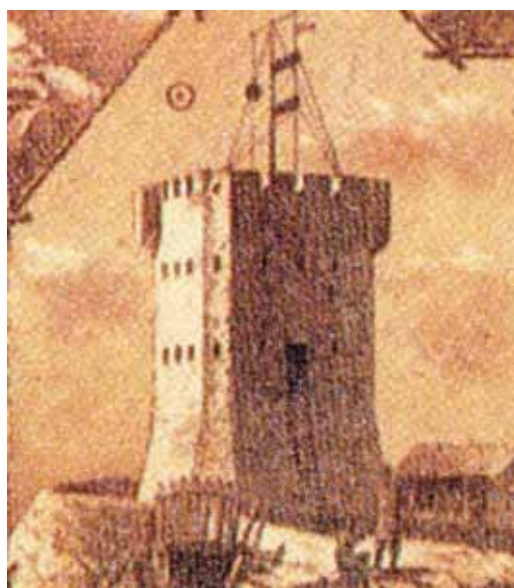
## Aplicaciones militares en España

Durante las guerras carlistas se construyeron varias redes. La construida en 1836, en Navarra, por el general Santa Cruz, constaba de dos líneas que partían de Logroño y se dirigían una a Vitoria a través de La Guardia, Briones, Sierra de Herrera, Miranda de Ebro, La Puebla de Arganzón y Ariñez y la otra a Pamplona por Argoncillo, Alcanadre, Lerin, Larraga, Puente la Reina y Venta del Perdón. En el Museo de San Telmo de San Sebastián existe un grabado que reproduce la red de fuertes entre Miranda de Ebro y Vitoria, en los que puede verse el dispositivo del telégrafo sobre dos de ellos. En Logroño este dispositivo estaba instalado en la torre de la iglesia de San Bartolomé. Existe un ejemplar manuscrito titulado *Diccionario Telegráfico por Don Manuel de Santa Cruz Director de Telégrafos del Ejército del Norte- Año de 1838* en el que se describe el sistema empleado para codificar los mensajes.

En 1849, en Cataluña, el propio José María Mathé construyó una red óptica y redactó un Diccionario para su explotación, titulado «Diccionario y Tablas de Transmisión para el *telégrafo militar* de noche y día compuesto de orden del Excmo. Señor Marqués del Duero, Capitán general del ejército y principado de Cataluña, y por el Brigadier de Caballería Don José María Mathé, Coronel del Cuerpo de E. M. del ejército» editado en Barcelona en 1849, en el que Mathé simplificó el sistema de codificación y, de alguna manera, lo racionalizó. El diccionario estaba constituido por páginas en forma de tabla de doble entrada, con diez filas

Telégrafo del general Santa Cruz.

En 1836, durante la I Guerra Carlista, el general Santa Cruz, construyó dos líneas de telégrafo óptico que partían de Logroño y se dirigían una a Vitoria y otra a Pamplona. En el Museo de San Telmo de San Sebastián existe un grabado que reproduce los fuertes sobre los que se instalaba el telégrafo, como el que se muestra en las imágenes. Como se ve está inspirado en el de Mathé



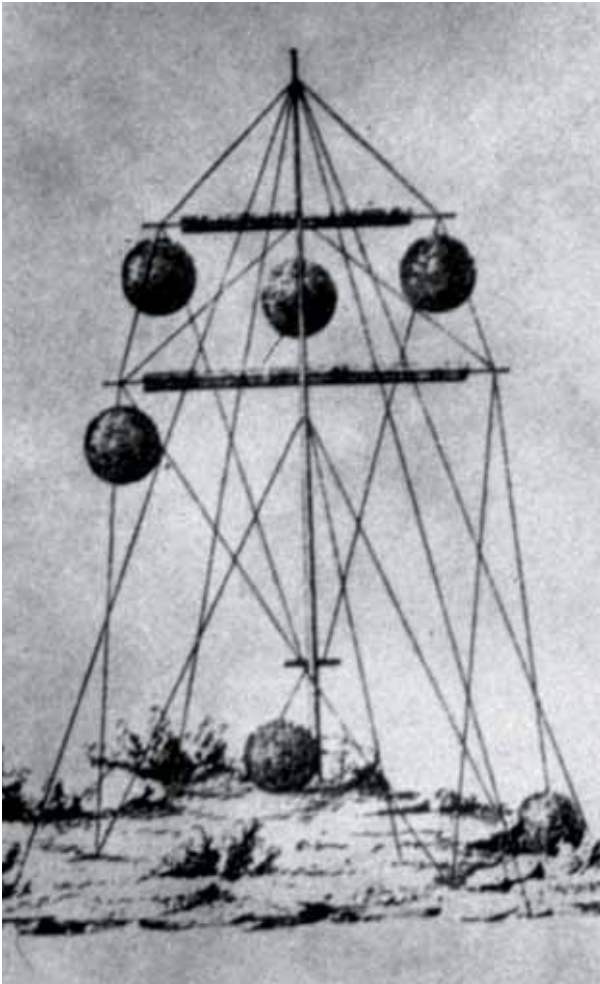
y diez columnas identificadas por cada una de las diez cifras. Los signos *m* y *x* se utilizaban, igual que en el anterior, para indicar la anulación y la repetición, respectivamente, del signo anterior. Comparándolo con el de Chappe, para conseguir el mismo número de expresiones serían necesarias cien páginas.

En 1863 el general Salamanca construyó líneas ópticas en Levante, con la colaboración del Cuerpo de Telégrafos. En la obra *Pequeña historia de la Telecomunicación española* de E. Rodríguez Maroto figura la transcripción de una comunicación del general Salamanca al Director General de Correos y Telégrafos, agradeciéndole la colaboración de los Jefes de Telégrafos de Tarragona, Valencia y Zaragoza. Está fechado en Caspe el 13 de noviembre de 1865. Las líneas que se construyeron en esa ocasión fueron las siguientes:

- De Valencia al límite de las provincias de Cuenca, por Chiva y Requena.
- De Valencia al límite de la provincia de Teruel, pasando por Liria y Chelva.
- De Chiva a Liria y al Júcar.
- De Requena a la línea de Teruel.
- De Zaragoza a Tortosa, pasando por Caspe, Mequinenza, Flix, Mora de Ebro, Miravet, y Cherta, con varios otros puntos intermedios.
- De Mora de Ebro a Gandesa.
- De Fayón a Fabara, pasando por Nonaspe.

En su *Tratado de Telegrafía*, editado en Barcelona en 1880, Antonino Suárez Saavedra dice: «...en la segunda guerra carlista habida en España como consecuencia de la caída de la dinastía Borbónica acaecida a fines de 1868, la Telegrafía militar óptica compartió con la eléctrica los servicios de campaña. Dispuesto por aquella en 25 de Agosto de 1863 que el Director de Sección don Antonio Villahermosa se encargase con urgencia de presentar un modelo de Telégrafo óptico».

«Más tarde, cuando el bravo, inteligente y pundonoroso General Don Miguel de la Concha toma el mando del ejército del Norte, hizo que el Brigadier Sr. Mathé tomase el de los Telégrafos. Tres fueron las líneas ópticas establecidas en el Norte: una de Logroño a La Guardia, otra de Tafalla a Pamplona y la tercera de Miranda de Ebro a Vitoria. Pocas aplicaciones se hicieron en la montaña catalana de la telegrafía y en general, durante la guerra que nos ocupa ninguna en el sistema óptico. En cambio en los territorios bañados por el Ebro, en su parte baja, donde operaba el activo e inteligente General Salamanca, la Telegrafía en su acepción general jugó un papel importantísimo. Las señales telegráficas ópticas, aquí como en toda campaña donde el servicio de nuestro instituto está bien montado, sirvieron sólo como un complemento de las líneas eléctricas, a veces como una reserva de las mismas, y en tal concepto fueron útiles en más de una ocasión, habiéndose establecido Torres en Malló de Prades, Coll de Cabra, la Mola de Falset, Coll de Santa Cristina, Castillos de Falset y Mora y no sé si alguna otra»



El «Aparato Salamanca» estaba compuesto básicamente por un mástil y dos aspas que podían adquirir tres posiciones: la primera horizontal, la segunda con una inclinación de  $45^\circ$  orientada hacia el suelo y la tercera con la misma inclinación, pero orientada hacia el cielo. Las diferentes combinaciones que podían hacerse representaban los números del 0 al 9 y las letras A y B. Para enviar los despachos se hacía uso de un diccionario, como el militar de Mathé, en el que había cien páginas numeradas de 00 a 99 y en cada una de ellas una tabla de doble entrada de 0 a 9, en la que cada palabra está formada por dos cifras, y por tanto eran necesarios cuatro signos para cada palabra. Las letras A y B hacían la misma función que la *m* y la *x* en el Diccionario militar de Mathé.

El telégrafo óptico permaneció en servicio durante medio siglo, ya que su sustitución por el eléctrico comenzó en la década de 1840 y hasta aproximadamente 1855 no fue totalmente eliminado. Esta sustitución y eliminación se refieren a las líneas principales, porque persistió en otras aplicaciones como

líneas secundarias, avisos de incendios forestales, aplicaciones militares o transmisiones de campaña que hemos visto y comunicaciones desde la costa con los barcos en las proximidades de ésta.

La supervivencia de la telegrafía óptica supone un fenómeno o circunstancia que se repite a lo largo de la historia de las comunicaciones. Cuando un sistema se retira de una aplicación importante, por aparecer un nuevo sistema más ventajoso, el anterior se destina a aplicaciones para las que sigue siendo útil y a las que no se aplicó anteriormente por estar dedicada toda la atención a la necesidad prioritaria.

Como puede observarse, la vida activa del telégrafo óptico fue muy prolongada, prácticamente medio siglo como sistema principal y otro medio como secundario. Si se considera que la historia completa de la telecomunicación se inicia con Chappe, aproximadamente en la mitad de ella ha estado presente el telégrafo óptico. Con todos sus inconvenientes de fiabilidad por la noche, la niebla, la lluvia, etc., esta larga permanencia indica que satisfacía la necesidad de comunicación que tenía la sociedad y, desde luego, que era el procedimiento que mejor lo hacía, con los medios que el estado de la tecnología permitía.

## Bibliografía

- Archivo Histórico Nacional Sección Diversos, Serie Real, Legajo 1, números 9 y 10.  
 Olivé Roig, S. (1990). *Historia de la Telegrafía Óptica en España*. Secretaría General de Comunicaciones. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid.  
 Otero Carvajal, Luis Enrique; Bahamonde Magro, Ángel; Martínez Lorente, Gapspar (1993). *Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo en España: 1700-1936*. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

Una Real Orden de 18 de mayo de 1882 del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio, firmada por el Rey, en San Ildefonso, daba cuenta del buen resultado conseguido por los telégrafos ópticos y atalayas instalados en los principales montes públicos, para avisos de incendios forestales. El que se representa, un telégrafo de avisos de incendios forestales, estaba precisamente en Matabueyes, para la protección de los bosques de Valsain en la Granja de San Ildefonso. Las «bolas» o esferas fueron muy utilizadas en varios sistemas de telegrafía óptica

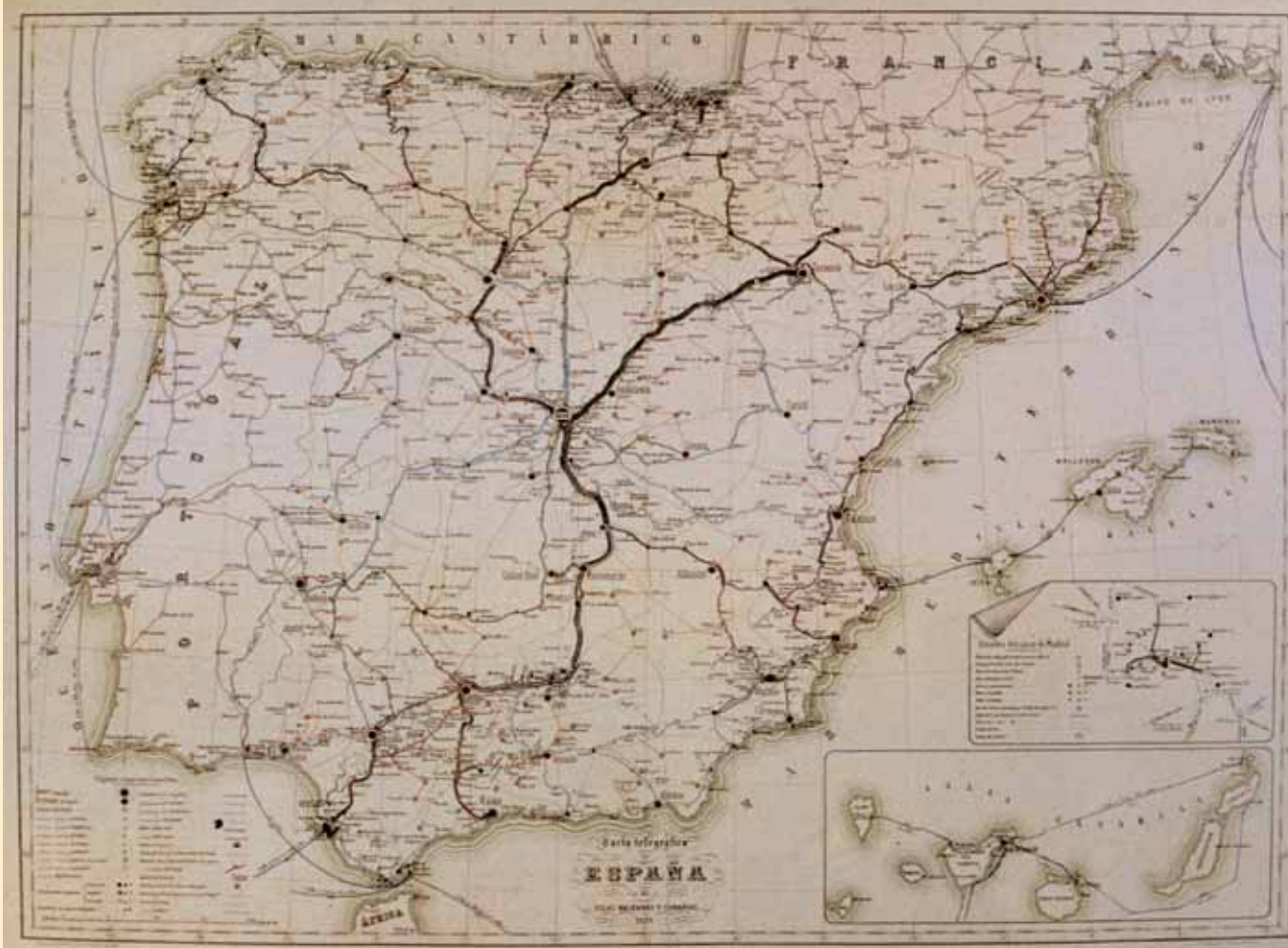
- Romeo López, J. M. (1978). «El Telégrafo Óptico 1790-1850: estudio crítico comparativo de los diferentes sistemas de transmisión utilizados». Actas del I Congreso de la SEHC, Madrid.
- Romeo López, J. M. (1979). «Científicos españoles en la Historia de las Comunicaciones». Conferencia pronunciada en el Salón de Actos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones el 18 de mayo.
- Romeo López, J. M. (1986). «Comunicaciones mediante señales ópticas en Castilla, en la Edad Media». Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Valladolid, 22-27 de septiembre de 1986, págs. 801 a 809.
- Romeo López, J. M. (1990). *Historia de las Telecomunicaciones*. Exposición Histórica de las Telecomunicaciones. Secretaría General de Comunicaciones. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid.
- Romeo López, José María Romero Frías, Rafael (2002). «La electricidad y la Telegrafía en la época de Humboldt». VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas. Logroño, 16-20 de septiembre de 2002.
- Suárez Saavedra, Antonino. (1880). *Tratado de Telegrafía y nociones suficientes de la Posta*. Segunda edición. Zaragoza.



Mesa interurbana, también conocida como sala de tráfico o cuadro de operadoras. La incorporación de la «silla» a los puestos de trabajo fue una auténtica novedad, ya que, al principio tenían que trabajar de pie

# La evolución de los servicios de telecomunicación





Carta telegráfica de España  
e islas Baleares y Canarias.  
Dibujada por el Subdirector  
D. Antonio del Valle;  
Grabada por D. Gabino  
Rodríguez.-1888  
Escala: 200 Kms



La evolución de los  
servicios de  
telecomunicación

# El servicio de telegrafía en España

Vicente Miralles Mora

Mapa de la red telegráfica española en 1858. A finales de 1858 ya se había completado la red propuesta en la Ley de 22 de abril de 1855, y todas las capitales de provincia peninsulares enlazaban con Madrid

## Introducción

El servicio teleográfico, que puede definirse como el procedimiento para transmitir a distancia mensajes escritos, por procedimientos electromagnéticos, aparece como servicio abierto al público en Europa y los Estados Unidos hacia 1845. En España se admitieron telegramas del público por primera vez el primero de marzo de 1855 entre las estaciones de Madrid a Irún por Zaragoza, única línea eléctrica existente en la época, construida como ensayo de las que luego, a partir de la promulgación de la Ley de 22 de abril de 1855, enlazarían la Corte de Madrid con todas las capitales de provincia y departamentos marítimos.

Esta línea, de apenas 12 estaciones, sería el germen de una red telegráfica que se extendería a todo el territorio nacional, y que llegaría a tener cerca de 3.000 oficinas abiertas al público hacia 1930, para reducir progresivamente su número a partir de entonces, aun cuando el servicio teleográfico sigue prestándose en la actualidad, si bien con modalidades distintas y procedimientos varios, como luego se verá.

## Necesidades de comunicación

La aparición de los barcos de vapor y sobre todo del ferrocarril, en el primer tercio del siglo XIX, había hecho necesaria la disponibilidad de comunicaciones más rápidas que las existentes hasta entonces. Los sistemas de telegrafía óptica desarrollados en Francia, Alemania, Rusia o España tenían una aplicación estrictamente gubernamental, por lo que la aparición de la telegrafía eléctrica, aprovechando los fenómenos de electromagnetismo y el establecimiento de las primeras líneas y estaciones, vino a resolver la necesidad que sentían tanto los ferrocarriles, donde ya se estaban implantando, como el comercio, la prensa, la banca o los agentes de bolsa, que fueron los primeros usuarios del nuevo medio.







Conferencia telegráfica internacional de 1865. La Unión Telegráfica Internacional celebró su primera Conferencia en París en 1865, con asistencia de 20 Estados que firmaron el primer Convenio, cuyas líneas básicas aún subsisten en la actual Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT. Es la organización internacional más antigua y forma parte del sistema de las Naciones Unidas

Las necesidades de comunicación no eran solamente de carácter nacional, sino que rápidamente se extendieron al campo internacional. El primer tratado escrito para el enlace de los sistemas telegráficos de dos Estados lo firmaron Austria y Prusia en octubre de 1849, para la conexión de la línea telegráfica del ferrocarril Viena-Berlín, seguido de otros entre Prusia y Sajonia o Austria y Baviera. En 1850 se creó la «Unión Telegráfica Austro-Alemana» formada por estos cuatro países germánicos, a la que se adhirieron Holanda y otros Estados germánicos posteriormente, acordando utilizar el sistema Morse en las comunicaciones. España firmó su primer acuerdo con Francia en 1854, lo que permitió la transmisión del primer telegrama internacional a París el 8 de noviembre de 1854.

El Primer Convenio Telegráfico Internacional se firmó en París el 17 de mayo de 1865 por veinte Estados, entre ellos España, estableciéndose ya el derecho de todo individuo para hacer uso del servicio internacional previo pago en origen de las tasas correspondientes, garantizando el secreto de las comunicaciones, aunque otorgando sólo a los gobiernos, la posibilidad de transmitir telegramas cifrados.

Del éxito del telégrafo puede dar idea el que ya en 1865 la longitud de las líneas telegráficas de los Estados miembros de la Unión era de 500.000 km, que llegarían a siete millones de km en 1913, mientras que el número de telegramas cursados pasó de 30 millones en 1865 a más de 500 millones en 1913.

En España, las elevadas tarifas telegráficas iniciales, establecidas en función de la distancia, y la reducida tasa de alfabetización, hicieron que en los primeros años la utilización del telégrafo quedase prácticamente limitada a las relaciones comerciales, financieras y de las empresas periódicas, que pugnaban por transmitir rápidamente las noticias. En 1861 el Gobierno unificó las tarifas para todo el país, con una sensible rebaja de las mismas, lo que propició un notable incremento en el uso del telégrafo, que ya llegaba al archipiélago balear. Además, se habían ido abriendo nuevas oficinas a medida que la red radial se completaba con líneas transversales, cerrando polígonos para asegurar los enlaces en caso de averías en las líneas, lo que era relativamente frecuente sobre todo por los temporales de invierno, dada la dura climatología y la difícil orografía españolas. En el citado año de 1865 ya eran 215 las oficinas abiertas al público que atendían a otras tantas localidades.

La distribución en el número de los despachos privados entre las capitales de provincia respondía lógicamente a su importancia comercial e industrial. Encabezaba el ranking Madrid, seguida



Manipulador Morse (1857). Consta de una simple palanca que conecta la línea a la pila local cuando se le pulsa, y al receptor en posición de reposo. Mediante el código Morse se transmiten los puntos y rayas del telegrama. El Morse se introdujo en España en 1857 y se adoptó como sistema internacional en 1865



Receptor impresor Morse. El electroimán receptor (derecha) lleva unida a la armadura móvil la pluma (rueda entintada) que imprime sobre la cinta de papel los puntos y rayas del mensaje que se recibe. Un mecanismo de relojería arrastra la cinta con velocidad uniforme

de Barcelona y Valencia, mientras que se situaban en los últimos lugares Vitoria, Soria y Segovia. Las diez primeras ciudades españolas originaban en 1900 el 60% de los ingresos por tráfico, cifra que bajaría al 50% en 1930, por la mayor extensión de la red.

Hasta 1883 no se dispuso de comunicación telegráfica con el archipiélago canario, lo que se consiguió a través del cable submarino Cádiz-Tenerife. Y aun cuando hubo varios intentos ya desde 1858 de conseguir comunicaciones directas con las posesiones españolas en Ultramar, autorizando a compañías extranjeras el tendido de cables desde la Península a las Antillas, pasando por Canarias, no llegó a realizarse ninguno de los proyectos, que carecían de interés económico una vez que se establecieron los cables en el Atlántico Norte a partir de 1866. Éste es el motivo por el que se autorizó a compañías inglesas y americanas a establecer amarres en la Habana con Florida (1867), Puerto Rico con Jamaica (1870) y Manila con Hong-Kong (1880), además de otros cables interinsulares tanto en las Antillas como en Filipinas, que enlazaban aquellos territorios a la red internacional.

Tras el paréntesis de la guerra civil 1936-1939, durante la cual se cortaron las comunicaciones directas entre las dos zonas, el tráfico se recuperó en la posguerra, alcanzando su máximo histórico en 1954, cuando el tráfico total, incluyendo el de escala, superó los 30 millones de telegramas. En esos años la penetración telefónica seguía siendo muy baja en comparación con los países vecinos, el tráfico telefónico interurbano muy problemático, con largas demoras en las comunicaciones, y las relaciones comerciales así como las comunicaciones privadas —felicitaciones, pésames, anuncios de viajes etc.— recurrían con preferencia al telégrafo, más cómodo y barato.

La utilización del telégrafo iría decayendo posteriormente, con la extensión y mejora del servicio telefónico interurbano, la introducción del télex en las relaciones comerciales y sobre todo internacionales, y posteriormente por la difusión del facsímil y la transmisión de datos. En la actualidad, el telegrama o el facsímil público, Buofax, se utilizan casi exclusivamente cuando resulta necesario dejar constancia del texto enviado, ya que los Tribunales de Justicia consideran fehaciente este medio. O bien en comunicaciones privadas dirigidas a autoridades, o en situaciones en las que la conversación telefónica no resulta adecuada. En alguna medida, los SMS o mensajes cortos que se cursan por los teléfonos móviles vienen a ser telegramas transmitidos directamente entre usuarios sin intervención de la Administración telegráfica.

## Telegrafía sin hilos

El desarrollo del telégrafo eléctrico, a mediados del siglo XIX, trajo consigo el desarrollo de los medios de comunicación, tanto en las relaciones a nivel de gobierno, como en las comerciales y de orden particular, dando lugar a una verdadera revolución en el campo de aplicación de los medios de comunicación. Surgió prácticamente la actividad de la prensa y con ella la carrera por la noticia, y simultáneamente la necesidad de rapidez en la comunicación comercial, para reaccionar a los acontecimientos que se difundían. Todo ello dio lugar a un nuevo marco de relación en la Humanidad, en el que se crearon nuevas necesidades de comunicación en todas las actividades.

En esa carrera por la noticia, tanto para la prensa como para las cotizaciones comerciales, se adoptó un procedimiento para establecer comunicación con los barcos antes de que llegaran a puerto, mediante telégrafos ópticos o semáforos instalados en puntos estratégicos de la costa, desde los que se hacían seguir los mensajes a través de líneas telegráficas.

En el litoral español se instaló el primer semáforo en 1873 en Tarifa y un año después el segundo en Cabo Mayor en Santander. Entre 1881 y 1887 se instalaron los de Galeras y La Carraca en la provincia de Murcia; Monteventoso, Cabo Finisterre y Estaca de Vares en la de La Coruña y Punta Galea en Vizcaya. Posteriores a éstos son los de La Atalaya en Tenerife, Cabo de San Antonio en Alicante, Cabo de Peñas en Gijón y Bagur en Gerona. La mayoría de ellos continuaban en servicio en 1959.

Sin embargo, este medio de comunicación mixto que todavía utilizaba la telegrafía óptica en combinación con la eléctrica, iba a cambiar con el descubrimiento de la radio dando lugar al servicio telegráfico a través de las ondas radioeléctricas: la radiotelegrafía.



Antena de estación de radio para comunicaciones transatlánticas en Pozuelo del Rey, Madrid

En diciembre de 1901, Marconi acometió la gran empresa de intentar transmitir señales desde la estación de Poldhu (Inglaterra) a otra estación erigida en Terranova (Canadá), a 3.500 km de distancia, lo que marcaría un hito histórico. Esta hazaña se consiguió el 12 de diciembre de 1901, y esta fecha pasaría a la historia por ser la primera comunicación transatlántica realizada por ondas de radio, sin el uso de cables de ningún tipo. A finales de 1903, la Compañía Marconi tenía montadas más de 40 estaciones sobre las costas de Inglaterra, sus colonias, Estados Unidos y otros países europeos.

En España el Cuerpo de Telégrafos en estrecha colaboración con el Batallón de Telégrafos iniciaron los ensayos de «telegrafía sin alambres» en 1899, siendo los principales protagonistas el comandante Cervera, el oficial Peláez y el telegrafista Cadavid. Se realizó una demostración ante los Reyes en el Cuartel de la Montaña de Madrid, sobre una distancia de cinco kilómetros, con los dispositivos diseñados por el comandante Julio Cervera, Comisario Real en la Escuela de Artes y Oficios y, en diciembre de 1900, se iniciaron las pruebas de la comunicación entre Tarifa y Ceuta, separadas 32 kilómetros.

La estación de Tarifa se encontraba en Cerro Camorro, en una cota de 47 metros, donde se construyó un mástil a base de tablones ensamblados de 51 metros de altura, «*convenientemente arriostrado para soportar el viento de Tarifa*». En Ceuta la instalación se situó en el Monte Acho, colocando el mástil sobre la muralla con lo que se alcanzó una altura de 46 metros. Se ensayaron diversos tipos de antenas, disminuyendo en cada uno de ellos la altura hasta que no se recibía señal. Asimismo se probaron hilos de 1 mm y 0,5 mm, desnudos y con cubierta, colocando capacidades arriba, abajo y en combinación. En cuanto a los equipos se compararon los cohesores que ellos mismos habían construido con otros extranjeros, así como también diferentes tipos de bobinas con interruptores mecánicos y automáticos.

En España, la siguiente instalación la efectuó en 1901 la Compañía Transmediterránea en sus oficinas de Matagorda en Cádiz, al mismo tiempo que se realizaron pruebas de radiocomunicaciones en navíos de la Armada. En 1902 visitó el puerto de Cádiz el acorazado italiano Carlos Alberto, en el que viajaba Marconi, y en 1903 se instaló una estación radiotelegráfica en el yate real Giralda, que comunicaba hasta una distancia de 200 km con una estación del Ejército montada sobre un automóvil.

Pero es a partir de 1907 cuando se reguló por primera vez este servicio con la Ley de 26 de septiembre que autorizaba el establecimiento en España del servicio radioteleográfico como monopolio del Estado, dependiente del Ministerio de la Gobernación, y establecía 24 estaciones costeras, entre otras la de Aranjuez, y las de uso militar y de la Marina. Diversas circunstancias impidieron que hasta 1911 no se abrieran al servicio público las primeras Estaciones en: Tenerife, Las Palmas<sup>1</sup>, Cádiz y Barcelona, pero la radiotelegrafía había comenzado.

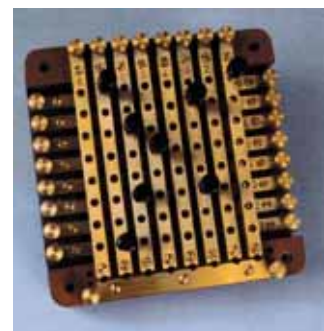
## Los aparatos y equipos telegráficos

Los primeros aparatos telegráficos que se utilizaron en España fueron los Wheatstone de dos agujas, procedentes de Inglaterra, que requerían dos conductores además del retorno por tierra para la comunicación. La recepción era visual, es decir, sin que quedara constancia escrita de lo transmitido, que iba siendo decodificado y escrito letra a letra por el operador receptor. Pero ya en 1855 se introdujo en la Europa continental y también en España el sistema Morse, que con su código de puntos y rayas, muy fáciles de transmitir con el manipulador inventado por Alfred Vail, e igualmente sencillos de decodificar en el receptor-impresor Morse, se impuso rápidamente en todo el mundo, salvo en algunos ferrocarriles que siguieron con sistemas visuales como el Breguet.

Los telegrafistas experimentados podían recibir a oído los mensajes y transcribirlos al papel mediante receptores Morse acústicos, más sencillos que los aparatos impresores. Incluso podían leer los textos o cambiar observaciones con sus colegas observando las desviaciones de los galvanómetros o miliamperímetros que se intercalaban siempre en los circuitos para controlar el paso de la corriente.



Mástil de antena rómbica



Conmutador suizo. Está constituido por un conjunto variable de barras de latón horizontales y verticales aisladas entre sí. Los hilos de las líneas se conectan a las verticales y los aparatos transmisores y receptores a la estación, a las horizontales. Introduciendo una clavija en el punto de cruce correspondiente cualquier hilo de línea puede enlazarse a cualquier aparato de la estación telegráfica

<sup>1</sup> La Estación de Tenerife se encontraba situada en la localidad conocida como el Taco y la de Las Palmas en Melenara.

Telégrafo Hughes. Fue el primer aparato telegráfico impresor en caracteres alfanuméricos que tuvo éxito comercial. Inventado en 1855 por el angloamericano Hughes fue introducido en España en 1877

Fueron muchos los inventores que desarrollaron sistemas y aparatos para mejorar el rendimiento en las comunicaciones y hacer frente al siempre creciente tráfico, con un ingenio y perseverancia increíbles. Pero sólo unos pocos tuvieron éxito comercial y se acreditaron internacionalmente. Entre los que empleaban el sistema Morse destacó el perforador de cinta y transmisor automático de Wheatstone, que mediante la preparación previa de una cinta con las perforaciones correspondientes a puntos, rayas y espacios, que podían hacer varios operadores en otras tantas máquinas, realizaba la transmisión a la máxima velocidad que permitía la línea, pudiendo triplicar el rendimiento de un operador manual, establecido en 20-25 palabras por minuto.

Para la transmisión en cables submarinos largos, que por su gran capacidad eléctrica había de hacerse a doble polaridad para puntos y rayas, y con tensiones moderadas que no dañasen su aislamiento, se utilizó el galvanómetro de Thompson, en el que la débil corriente recibida, de unos microamperios, hacía oscilar a derecha o izquierda un pequeño espejo suspendido con el cuadro móvil, que reflejaba sobre una regla la luz procedente de una linterna de petróleo. Este penoso sistema de recepción visual evolucionó posteriormente con los *Siphon recorders* u onduladores, en los que el cuadro móvil del galvanómetro de recepción accionaba una pequeña pluma que registraba sobre una cinta de papel deslizante bajo la pluma, los puntos y rayas como desviaciones a derecha e izquierda, que decodificaba el operador-receptor.

La conveniencia de posibilitar la recepción de los mensajes en caracteres alfanuméricos dio lugar a la invención y propuesta de muchos aparatos basados en concertar entre emisor y receptor el momento de aparición de los distintos signos, lo que requería un ajustado sincronismo y puesta en fase de ambos. El primero que tuvo éxito comercial y que se utilizó en todo el mundo fue el inventado por el profesor de música de la Universidad de Nueva York, aunque nacido en Londres, David E. Hughes, patentado en 1855 e introducido en Francia en 1860 y en España en 1877. Disponía de un teclado semejante al de un piano, con 28 teclas blancas y negras, dos de ellas para cambiar de cifras a letras o viceversa. El sincronismo se lograba ajustando la velocidad de los motores de arrastre de los mecanismos, que hacían girar las ruedas de tipos entintadas, con los 56 caracteres —letras, cifras y signos— grabados en relieve, deteniéndose las ruedas en el instante oportuno en que se proyectaba la cinta de papel hacia el signo correspondiente, grabándose así la letra o signo adecuados. Un buen operador podía conseguir transmitir unas 120 letras o signos por minuto, y la cinta se pegaba sobre el impreso a entregar al destinatario. El sistema, algo penoso en su manejo, sobre todo si el mecanismo era movido por un aparato de relojería cuyas pesas tenía que remontar periódicamente el operador, se usó en España hasta 1950.

Otro sistema impresor en cinta, con caracteres alfabéticos y también basado en el sincronismo entre emisor y receptor, pero que además permitía establecer hasta seis comunicaciones por un solo conductor, algunas de ellas escalonables, es decir, derivables en puntos intermedios, fue el inventado por el telegrafista francés Émile Baudot. Utilizaba un código de cinco unidades en el cual cada letra o signo estaban representados por una combinación especial de cinco elementos. Por cada letra se enviaban, mediante un manipulador especial de cinco teclas, cin-





co impulsos a línea que accionaban en el receptor cinco electroimanes, decodificando el signo que se imprimía sobre una cinta en forma semejante al Hughes. Inventado en 1874 y aceptado por la Administración francesa en 1877, se extendió por numerosos países, y en España a principios del siglo XX en comunicaciones interprovinciales, algunas tan complejas como la Barcelona-Cádiz, escalonada en Madrid y Sevilla, prestando servicio hasta 1961, en cuyo año dejaron de utilizarse para usar exclusivamente teleimpresores, salvo los Morses en pequeñas poblaciones.

Los teleimpresores o teletipos son aparatos arrítmicos, que ya no requieren un sincronismo perfecto entre emisor y receptor, y que utilizan también un código de cinco elementos para la transmisión de cada letra o signo. Disponen de un teclado de tipo mecanográfico, por lo que el operador transmisor ya no necesita codificar los mensajes ni atenerse a ninguna cadencia en la transmisión, de modo que puede ser manejado por cualquier mecanógrafo sin un aprendizaje especial. Desde los años 20 del pasado siglo, fueron perfeccionándose y simplificándose, siendo primero mecánicos y luego electrónicos, y dotándoseles de accesorios, tales como perforadores para preparar los mensajes, reperfectoros para recibir en cinta perforada los mensajes que habían de retransmitirse a través de otro aparato, o transmisores automáticos para enviar las cintas perforadas a la máxima velocidad de 400 signos por minuto. Podían ser de recepción en cinta o página y transmitir, a petición del corresponsal, su propio indicativo para comprobar la comunicación en redes conmutadas. Actualmente han evolucionado hasta convertirse en terminales informáticos de uso común, con las prestaciones de todos conocidas.

## Modalidades de explotación telegráfica

Desde 1855, fecha en que se abrió al público el servicio teleográfico en España, la explotación corrió a cargo del Estado, como monopolio del que se encargó el Cuerpo de Telégrafos, continuador de la telegrafía óptica que había tenido carácter puramente oficial para servicio del Gobierno. Aunque para el tendido de la primera red radial se arbitraron los recursos presupuestarios necesarios, que permitieron su rápida implantación y subsiguiente desarrollo hasta 1865, a partir de entonces y casi sin excepciones las limitaciones presupuestarias fueron siempre un obstáculo para su extensión y adecuado mantenimiento, por lo que el servicio fue bastante deficiente en muchas épocas y sólo el denodado esfuerzo de los telegrafistas logró mantenerlo con un reconocido prestigio. Por otra parte siempre fue deficitario, incluso cuando la rebaja de tarifas de 1861 favoreció su utilización, sobre todo a la prensa, el comercio, la Bolsa y las finanzas, que fueron sus principales beneficiarios, puesto que el público sólo lo utilizaba ocasionalmente y generalmente para transmitir malas noticias, por lo que al repartidor de telegramas se le llamaba en algunos lugares de Andalucía, con su gracejo característico, «*el susto*».

No pudiendo abordar la Hacienda Pública el tendido de cables submarinos para las posesiones de Ultramar se autorizaron, ya desde 1867, varios enlaces submarinos en Cuba, Puerto Rico y Filipinas a compañías de cables extranjeras, sobre todo inglesas, como era habitual en la época, dado lo costoso de tales instalaciones, que encauzaban el tráfico tanto continental como intercontinental de numerosos países. El tráfico estaba siempre a cargo de estas compañías.

Algo semejante ocurriría posteriormente con las comunicaciones radiotelegráficas entre puntos fijos y los buques mercantes, que no explotaría el Estado español por sí mismo, sino mediante concesiones a empresas teóricamente nacionales, aunque generalmente vinculadas a consor-

Telégrafo Hugues. El teclado del aparato Hugues era semejante al de un piano y no requería codificar el mensaje como en el Morse, sino apretar la tecla de cada letra, que se imprimía en el terminal opuesto gracias al sincronismo de los dos aparatos, que giraban a la misma velocidad



Teleimpresor Morkrum de 1907. Este aparato disponía de un teclado semejante al de una máquina de escribir; pudiendo ser manipulado sin una preparación especial del operador. Fue el precursor del servicio télex

(Izquierda) Sala de Aparatos de Madrid, hacia 1957. En primer término aparece una instalación Baudot, que era el sistema más utilizado en las comunicaciones entre capitales de provincia, aunque también había teleimpresores e incluso morses en servicio



(Derecha) Centralita manual télex. Estas posiciones manuales se empleaban en las comunicaciones internacionales semiautomáticas. El operador cursaba las llamadas que le demandaban los abonados nacionales, marcando con disco sobre los enlaces internacionales el prefijo del país y el número del abonado extranjero

cios extranjeros. El servicio costero con buques se adjudicó por subasta con arreglo al Pliego de Condiciones, publicado en febrero de 1908 y tras varias prórrogas e incumplimientos la concesión fue transferida en agosto de 1911 a la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, cuyos reiterados incumplimientos hicieron que finalmente el servicio costero pasase a Transradio Española, a la que se habían autorizado varias comunicaciones radiotelegráficas desde 1927.

En junio de 1928 se autorizó a Transradio Española a prestar el servicio radiotelefónico internacional y el 12 de octubre se inauguró la comunicación con Nueva York y Buenos Aires. Las instalaciones técnicas fueron llevadas a cabo por Marconi Wireless, utilizando el primer transmisor de onda corta fabricado por ella, se denomina SWB1.

Las antenas tipo Bellini Tossi, estaban formadas por cortinas de dipolos sintonizados, con una cortina como radiador y otra paralela como reflector.

Transradio Española, que elige la localidad de Alcobendas, en Madrid, para su estación receptora<sup>2</sup>, tenía circuitos radiotelegráficos prácticamente con todos los países europeos y con los principales americanos, así como también con Canarias y Guinea Ecuatorial. Hay que destacar que las instalaciones de San Lorenzo en la carretera de Guanarteme, que prestaban el servicio a las Palmas de Gran Canaria se amplían en el año 1960 para establecer el enlace entre la estación de seguimiento de Maspalomas para el Proyecto Mercury de la NASA.

Otra concesión fue la de la Sociedad Anónima Radio Argentina (vía Radiar) y fue en la estación transmisora, que se encontraba en la carretera de Valencia en el Alto del Arenal, donde se instaló el primer transmisor de onda corta de 20 kW construido por Standard Telephones and Cables. Las primeras antenas emisoras igual que las de la estación receptora, que se situaba en la localidad de Majadahonda, eran de greca con armazón de madera, aunque posteriormente fueron sustituidas por las primeras antenas rómbicas. En esos mismos emplazamientos se instalaron en 1957 los más modernos equipos de Bandas Laterales Independientes de la época con objeto de proporcionar las comunicaciones de las Bases Americanas en España con su Cuartel General en Huston.

En 1970 todas estas instalaciones pasaron a Telefónica que las fusionó con las que ya poseía y los servicios de radiotelegrafía pasaron a Telégrafos que recuperó todo el tráfico telegráfico internacional, incluido el de concesiones de antiguos cables submarinos cuya explotación había dejado ya de tener interés por disponerse de líneas terrestres de gran capacidad.



Puestos Gentex en la Sala de Aparatos de Madrid. La primera red telegráfica automática para el servicio de telegramas permitía enviar directamente los telegramas a cualquier capital de provincia y otros 10 destinos importantes, marcando en el teleconector las dos cifras de una comunicación regional o las cuatro de una comunicación interregional. Se inauguró en 1964

2 Con objeto de evitar interferencias en las comunicaciones radiotelegráficas y de favorecer el transporte, la estación receptora se situaba a varios kilómetros de la estación emisora y en una posición simétrica respecto de la capital.

Puede completar el panorama de la explotación de las telecomunicaciones telegráficas la referencia a la red télex, que permitía la transmisión directa de mensajes o conversaciones telegráficas —ya no telegramas, en su versión tradicional— entre abonados. El servicio télex, contracción de «telegraph exchange» se inició en Inglaterra en 1932 con aparatos teleimpresores y conmutación manual, para extenderse desde el año siguiente, ya con conmutación automática, a Alemania, Estados Unidos y otros países.

Pero fue sobre todo después de la segunda guerra mundial cuando la red télex se extendió a todos los países, siempre con centrales nacionales automáticas y servicio internacional semiautomático —operadora de salida que marcaba directamente sobre la red automática de destino—, y ya en los años sesenta con conmutación automática de abonado a abonado en la mayor parte de las relaciones internacionales. Los enlaces ya no se realizaban mediante hilos conductores y vuelta por tierra, como en las antiguas comunicaciones telegráficas, sino mediante pares urbanos en las ciudades y canales telegráficos interurbanos a 50 baudios, 24 de los cuales ocupaban un canal telefónico por división de frecuencia. Más tarde serían 48 por división en el tiempo, lo que permitía un servicio barato con abundantes vías de transmisión y, por tanto, escasa congestión.

En España el servicio lo desarrolló Telégrafos a partir de 1954, registrando el número máximo de abonados en 1987 (41.956), fecha en la que empezó a decaer hasta ser en 2005 un servicio puramente residual con unos 500 abonados.

## Aspectos tecnológicos relevantes en la explotación del servicio

Como es lógico suponer, la evolución de la explotación telegráfica ha sido constante en su historia sesquicentenaria, como corresponde al servicio de telecomunicación más antiguo. No sería posible tratar aquí de detallar esta evolución en tan dilatado espacio de tiempo, por lo que nos limitaremos a mencionar algunos aspectos importantes o innovadores.

En primer lugar cabe referirse a los esfuerzos para conseguir mayor rendimiento de los conductores telegráficos con los aparatos existentes en cada época. Esto se logró ya en los primeros tiempos del Morse con los montajes dúplex, consiguiendo dos comunicaciones simultáneas en sentidos opuestos por un mismo conductor, o con el montaje díplex, que permitía dos comunicaciones simultáneas en el mismo sentido, combinándose el dúplex-díplex para obtener cuatro comunicaciones sobre un conductor, con vuelta por tierra.

Se ha mencionado anteriormente que el transmisor automático Wheatstone permitía triplicar la velocidad de transmisión del Morse. Y los aparatos rápidos Creed y Siemens conseguían hacia 1920 transmitir hasta 1.000 signos por minuto, aunque su mecánica era bastante complicada, sufriendo frecuentes averías.

En el sistema Baudot, el mayor rendimiento se obtenía mediante la constitución de seis circuitos virtuales a 60 signos por minuto por división en el tiempo. Los teleimpresores sobre circuito físico transmitían un máximo de 400 signos por minuto, y desde la introducción de la telegrafía armónica con sistemas de portadoras de alta frecuencia, iniciada por Telégrafos en 1954, podían transmitirse primero 18 y luego 24 canales telegráficos por un portador telefónico. A partir de 1964 la Administración telegráfica española utilizó sistemas dodecanales telefónicos que podían facilitar hasta 288 canales telegráficos, cifra que se doblaría algo después con los sistemas MDT, o sistemas telegráficos por división en el tiempo.

Por otra parte, el alcance de las comunicaciones en las épocas de la telegrafía directa sobre conductores metálicos —lo que se llamaba por «hilo físico»— estaba limitado por la resistencia eléctrica del conductor y su aislamiento, que podían debilitar las corrientes de llegada hasta hacerlas insuficientes para accionar los electroimanes de los aparatos receptores. Se recurría en esos casos al auxilio de relevadores —los relés— que proporcionaban pila local al receptor accionados por la débil corriente recibida. Y en líneas muy largas se introducían relevadores, llamados traslatores cuando eran bidireccionales para funcionamiento en dúplex en estaciones intermedias, para relevar con pila local la insuficiente corriente recibida. Sin embargo, resulta-



Dúplex de Pérez Santano. El telegrafista español Pérez Santano ideó ya en 1877 un montaje telegráfico que permitía cursar por un solo conductor dos mensajes en sentidos opuestos, haciendo independientes las corrientes de emisión y recepción. Se utilizó tanto para comunicaciones en Morse como para los sistemas rápidos de Hugues y Baudot, incluso en cables submarinos



Traslator D'Arlincourt. Es un repetidor telegráfico que permite amplificar (tomando pila local intermedia) las débiles corrientes que se reciben en líneas largas, consiguiendo así alcances mucho mayores. Es simétrico, para utilizarse en ambos sentidos, incluso simultáneamente

Manipulador Baudot (1902). En el código Baudot cada letra o signo está constituido por cinco elementos, que el operador codifica oprimiendo las teclas correspondientes en un teclado de 5 teclas, para transmitir los impulsos a línea. El traductor decodifica automáticamente e imprime cada signo

ba casi imposible funcionar con más de dos retransmisores.

El alcance dejó de ser problema con la utilización de los canales de telegrafía armónica o MDT mencionados, que podían conectarse en tándem sin limitaciones, utilizando portadores de alta frecuencia en buenas condiciones.

En otro orden de ideas, podemos referirnos a la reducción del intervalo entre el depósito y la entrega en destino de los telegramas. En los primeros 100 años del servicio telegráfico las comunicaciones entre las oficinas eran enlaces punto a punto, y los telegramas habían de ser retransmitidos manualmente —las llamadas escalas— varias veces desde la oficina de origen a la de destino cuando ésta se encontraba en otra provincia o en otro país. Era normal que el intervalo entre admisión y entrega comprendiese varias o muchas horas, a pesar de que la transmisión entre cada dos estaciones fuera instantánea. Además, el número de conductores, aparatos y operadores era siempre insuficiente en las horas punta, por lo que los telegramas se acumulaban en los periodos de mucho tráfico, y en fechas especiales.

La introducción de la conmutación automática entre oficinas redujo o eliminó estas escalas y los retrasos consiguientes cuando se pudo disponer de un número suficiente de circuitos entre las centrales automáticas telegráficas y se establecieron códigos de encaminamiento, inicialmente nacionales y luego mundiales, que permitían a la estación expedidora enviar el mensaje directamente a la oficina receptora, mediante conmutación de circuitos, como en la telefonía automática tradicional, o mediante conmutación de mensajes, que al principio se realizaba a través de sistemas de almacenamiento y retransmisión (*store and forward*) y luego por los modernos sistemas de transmisión de datos por paquetes.

## La influencia del telégrafo en la sociedad

El telégrafo eléctrico revolucionó totalmente las posibilidades de comunicación de la sociedad desde su aparición a mediados del siglo XIX, hasta el punto de que muchos autores consideran que su impacto fue superior al de la máquina de vapor o el ferrocarril. Hasta entonces la velocidad de transmisión de cualquier información estaba limitada a la del jinete más veloz, que podía ser de 15 km/hora o a 60 km/hora con palomas mensajeras, como las que utilizaba la agencia de noticias Reuter para salvar los tramos en que no existía telégrafo, y otros agentes para comunicar las cotizaciones de Bolsa.

Pero la electricidad permitía una velocidad incomparablemente superior, que fue rápidamente explotada en beneficio de la acción gubernamental —que ya disponía anteriormente de la telegrafía óptica—, las relaciones mercantiles —banca, bolsas, comercio—, y sobre todo por la prensa, que pudo difundir en los periódicos noticias de la víspera, que antes tardaban varios días, cuando no semanas en llegar al público. La extensión de las redes telegráficas fue tan rápida, impulsada por los gobiernos y muchos audaces empresarios que vieron pronto sus amplias posibilidades, que en 1866, con la entrada en servicio de los primeros cables trasatlánticos, podía hablarse ya de una red telegráfica mundial. En 1861 se unía telegráficamente Nueva York a San Francisco, reduciendo a minutos el intercambio de informaciones que hasta entonces tardaban como mínimo una semana. Y entre 1867 y 1870 Werner von Siemens construyó la famosa línea indoeuropea que unía Londres con Calcuta pasando por Emden (Frisia Oriental), Berlín, Varsovia, Odessa, Kerch (Mar de Azof), Tiflis (Cáucaso), Teherán, Busher (Golfo Pérsico), Jask (Golfo de Omán), Karachi y Agra.

No sería posible describir pormenorizadamente la influencia que la telegrafía ha tenido en la evolución de la sociedad moderna y contemporánea, ni todas sus aportaciones a la misma.





Pero cabe recordar que la telegrafía fue la cuna de los servicios de telecomunicación posteriores, como la telefonía, la radiotelegrafía, la radiodifusión sonora y visual, el facsímil o la transmisión de datos. Por ejemplo, Graham Bell hizo descubrimientos en el teléfono mientras investigaba un telégrafo armónico que permitiese varias transmisiones simultáneas sobre un mismo conductor (lo que llegaría a ser práctica común en el siglo XX); y Caselli desarrolló el primer aparato facsímil que se instaló entre París y Lyon en 1856 y estuvo en servicio en varios enlaces durante bastantes años. También la codificación de las señales, que es hoy la base de todos los sistemas de información y telecomunicación, se inició con el código Morse, primer código binario utilizado en el mundo, y la necesidad de extender las comunicaciones telegráficas a los buques para salvar vidas humanas —recuérdese el desastre del Titanic en 1912— dieron el principal impulso a la radio en sus primeros tiempos.

Son tantos los progresos que la Humanidad debe a las telecomunicaciones, y por tanto a sus pioneros, los científicos, investigadores, técnicos e incluso ingeniosos aficionados de variadas disciplinas, que junto a emprendedores públicos y privados y audaces financieros se lanzaron a la aventura del telégrafo, conociendo éxitos resonantes y también bastantes frustraciones, y son también tan conocidos los beneficios que durante tantos años han proporcionado a la Sociedad, animando el progreso técnico, económico y cultural, que no insistiremos en ellos, para centrar nuestra atención en un aspecto muy relevante, aunque menos conocido de su contribución directa a la paz y bienestar generales.

Nos referimos a la cooperación internacional y a la normalización técnica. Después de muchos siglos de invasiones, guerras, alianzas agresivas y desencuentros entre las naciones, la colaboración internacional más generosa y ajena a intereses hegemónicos o mercantiles, comenzó realmente cuando el telégrafo eléctrico apareció como medio de comunicación rápido y sin fronteras. El primer tratado para enlazar las redes telegráficas de dos Estados vecinos, se firmó, como se ha dicho antes, el 3 de octubre de 1849 por Prusia y Austria para establecer la línea telegráfica Berlín-Viena a lo largo del ferrocarril existente. Al año siguiente se creaba en Dresde (Alemania) la Unión telegráfica austro-alemana, que ya incluía a Baviera y Sajonia, reglamentando las comunicaciones, definiendo las prioridades de los telegramas y estableciendo las tarifas internacionales. En 1852, Bélgica, Francia y Prusia firmaron en París una importante convención acordando el establecimiento de líneas telegráficas internacionales que atravesasen las fronteras comunes, reconociendo el derecho de todos los ciudadanos a usar el telégrafo, y garantizando el secreto de las comunicaciones.

Y el paso más importante se consiguió en París, al constituirse en 1865 la Unión Telegráfica Internacional, antecedente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la UIT actual, firmando la Primera Convención Telegráfica Internacional veinte países de toda la Europa continental, con Rusia y Turquía entre los adheridos. Nació así la primera institución internacional de cooperación, de la mano de la telegrafía. El Tratado de la Unión Postal Universal, UPU, llegaría en 1874, y la primera Conferencia Internacional de Ferrocarriles tendría lugar en Berna en 1882.

Se tuvo el acierto, desde el principio, de separar los temas políticos o diplomáticos de las cuestiones administrativas y técnicas, centrando el trabajo en estas últimas, con la colaboración de los mejores científicos e ingenieros de cada época, sin pretender imponer a los Estados miembros aparatos o sistemas, sino dejando que los resultados bien consolidados del progreso científico y técnico se difundieran ampliamente entre todos los interesados y éstos obrasen por sí

mismos. La UIT no ha pretendido nunca establecer normas técnicas derivadas de intereses mercantiles, manteniendo siempre una exquisita neutralidad, aun teniendo que ocuparse de cuestiones tan conflictivas como las reglamentaciones del tráfico internacional o la atribución de las bandas de frecuencias radioeléctricas y las órbitas geostacionarias.



Traslator dúplex Orduña (1879). Este traslator o repetidor bidireccional para servicio dúplex fue inventado por el Jefe de Telégrafos Sr. Orduña y se empleó en el siglo XIX en varias comunicaciones internacionales españolas



Traductor Baudot. El receptor del sistema Baudot se denomina traductor y contiene cinco electroimanes que se accionan por las corrientes recibidas para cada letra o signo, y hacen que en el momento preciso se proyecte la cinta de papel contra las ruedas de tipos entintadas, imprimiéndose el signo correspondiente

Su función de asistencia técnica a los países en desarrollo, con envío de expertos internacionales en cuestiones organizativas y técnicas, le ha proporcionado el reconocimiento y adhesión de todos los nuevos Estados, facilitando así el desarrollo de sus comunicaciones nacionales, y en definitiva de la red mundial.

La UIT, de la que España ha sido miembro desde su fundación, resume en sí misma y en su brillante actuación durante sus 140 años de existencia, todos los progresos y beneficios que las telecomunicaciones, nacidas pocos años antes con el telégrafo eléctrico, han proporcionado a la sociedad.

## La aportación española

Aunque, salvo algunos precursores de la telegrafía, como Salvá o Betancourt, a los que se hace referencia en otro lugar de esta obra, ningún nombre español figura entre los grandes inventores o personajes mundialmente conocidos de la telegrafía —Morse, Vail, Edison, Thompson, Wheatstone, Hughes o Baudot— es de justicia hacer referencia a un aspecto poco conocido de la contribución de los telegrafistas españoles, o del Cuerpo de Telégrafos, a las telecomunicaciones en nuestro país.

Se trata de la inquietud científica que siempre tuvo el Cuerpo de Telégrafos hacia la electricidad y sus aplicaciones, la primera de las cuales, con carácter que podríamos llamar industrial, fue el telégrafo, y que tuvo como instrumento a las sucesivas Escuelas de Telegrafía, que con diversos nombres se establecieron desde 1852, y a las revistas profesionales publicadas por los telegrafistas *Revista de Telégrafos*, *El Electricista*, *El Telegrafista Español*, *El Telégrafo Español*, *Electra* y otras, siempre atentas a todos los avances científicos, no sólo de la telegrafía sino de otras aplicaciones de la electricidad: avisadores, pararrayos, pilas, motores, iluminación, galvanoplastia, etc.

En 1864 se aprobó un Plan de Estudios Superiores para los que habrían de llamarse ingenieros de telégrafos e integrar en el futuro las categorías superiores del Cuerpo, con amplia base científica y tres años de escolaridad; pero por diversas razones, entre las que no faltaron la tradicional envidia, propia y ajena, y ciertas irregularidades que se cometieron, la iniciativa no prosperó. Aunque este fracaso no detuvo las inquietudes científicas del Cuerpo de Telégrafos, cuyos profesionales más destacados siguieron publicando *Tratados de Telegrafía y Electricidad*, colaborando en revistas técnicas, participando en congresos internacionales, inventando aparatos y dispositivos telegráficos y telefónicos, atentos siempre a los progresos de la ciencia eléctrica.

Por fin, en 1913 se instauraron con carácter oficial en la que se llamó entonces Escuela General de Telegrafía los estudios superiores y medios, que ya incluían la telefonía y la radio, iniciándose un proceso que culminaría con la creación en 1920 del Título de Ingeniero de Telecomunicación, cuyas promociones se sucedieron a partir de 1925.

Desaparecido el Cuerpo de Telégrafos por su fusión con el de Correos en 1978, la herencia más importante que la telegrafía ha legado al país la constituyen sin duda las carreras de Ingeniería Superior y Técnica de Telecomunicación, penosamente alumbradas en el primer cuarto del siglo XX, y que hoy, a través de más de cincuenta escuelas, y contando ya con algunas decenas de miles de titulados, han heredado el prestigio de aquellos entusiastas y tenaces telegrafistas, propiciando el desarrollo imparable de las telecomunicaciones españolas, y son el referente privilegiado de lo que ya se llama *Sociedad de la Información o del Conocimiento*.

## Los telegrafistas

No estaría completa esta breve reseña sobre la telegrafía en España sin una referencia, algo más amplia que la esbozada en los párrafos que anteceden, a la labor de los hombres y mujeres que durante siglo y medio se encargaron de los servicios telegráficos, o si se quiere de la Administración telegráfica, que como se verá comprendió, según las épocas, bastante más que la telegrafía. Y no sería justo dejar de destacar que fue la Administración telegráfica tal vez la primera en incorporar personal femenino a esa función pública ya en el siglo XIX, aunque, eso sí, con categorías y sueldos inferiores a los de los varones.

El telégrafo como servicio público nace en España a raíz de la promulgación de la mencionada Ley de 22 de abril de 1855, que autorizaba al Gobierno a plantear «*un sistema completo de líneas electrotelegráficas que pusieran en comunicación a la Corte con todas las capitales de provincias y departamentos marítimos y que llegasen a las fronteras de Francia y Portugal*».

Esta Ley se considera fundacional del Cuerpo de Telégrafos, nueva carrera, como la denomina su artículo 7.º, cuyo texto y apéndices se referían, además, al Reglamento del Cuerpo y a la configuración inicial de las líneas telegráficas previstas.

En 1855 se partía de la experiencia de las tres líneas de telegrafía óptica establecidas en España a partir de 1844, y de los resultados de la primera línea de telegrafía eléctrica Madrid-Irún, cuya construcción se dispuso por Real Decreto de 27 de noviembre de 1852, aunque la línea no pudo terminarse hasta finales de 1854. El 8 de noviembre de ese año se transmitió el primer telegrama oficial a París.

La línea se había construido bajo la dirección del brigadier Mathé, Director General de Telégrafos desde 1844, con sus colaboradores en las líneas de telegrafía óptica, ahora reconvertidos a la telegrafía eléctrica.

Para la nueva red se redactaron rápidamente los *Proyectos y Pliegos de condiciones*, convocándose seguidamente las subastas para su construcción. Las adjudicaciones comenzaron en septiembre de 1855 y se completaron en los cuatro meses siguientes.

El año 1856 registró una febril actividad para establecer la nueva organización telegráfica, abriendo nuevas estaciones al servicio público y formando a los telegrafistas tanto para el mantenimiento de las líneas y aparatos telegráficos, como para su adiestramiento como operadores de los nuevos sistemas. Había además que establecer procedimientos de contabilidad para el servicio, normas de admisión y curso de los telegramas, horarios, relaciones internacionales, etc.

A todo ello se dedicaron con gran entusiasmo y la disciplina heredada de la anterior explotación de la telegrafía óptica los nuevos telegrafistas, algunos reconvertidos desde aquella, generalmente los jefes y oficiales militares como personal superior facultativo y los suboficiales y clases de tropa retirados como operadores. El Reglamento de 1856 dividía al personal en tres categorías: personal superior facultativo, que se encargaría de la dirección del Cuerpo, personal facultativo de operadores telegrafistas y personal subalterno no facultativo.

La pretensión era contar con un Cuerpo facultativo de gran altura técnica, semejante a los restantes Cuerpos facultativos militares y civiles que comprendía la Administración Pública. Para el ingreso en este Cuerpo se exigían conocimientos de matemáticas, física y química, geografía física y política, dibujo lineal, dos idiomas extranjeros, y organización administrativa del Estado. Y efectivamente, ingresaron en el nuevo Cuerpo jefes y oficiales de Artillería, Ingenieros, Estado Mayor, Cuerpo General de la Armada e Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Minas, Montes e Industriales.

El escalafón de 1860 integra a 157 individuos en este grupo de Directores y Subdirectores y 808 en el grupo de los llamados «subalternos facultativos», divididos en Jefes de estación, Oficiales de sección y 178 escribientes; todos ellos para su ingreso debían acreditar conocimientos de aritmética, gramática y correcta escritura en español y francés u otro idioma extranjero. Los subalternos de vigilancia y servicio (celadores de líneas y personal de reparto) no estaban incluidos en el Cuerpo, y se contrataban por otros procedimientos.

Todo el personal de Telégrafos, bajo la dirección de Mathé, se entregó con el mayor entusiasmo a la construcción de la red venciendo todas las dificultades que lo accidentado de la topografía, la inexistencia de ferrocarriles y el mal estado de los caminos suponían, de tal forma que en mayo de 1858 ya se había completado la red proyectada



José María Mathé (1800-1875). Primer Director General de Telégrafos entre 1844 y 1864. Bajo su dirección se construyeron las líneas de telegrafía óptica entre 1846 y 1856, y posteriormente las de telegrafía eléctrica



Oficina de telégrafos de Zeluán (Protectorado español de Marruecos) en 1911. En esta fotografía puede verse al telegrafista en pleno trabajo con el sistema Morse. En primer término aparece el receptor acústico, y a la izquierda el conmutador suizo

Proyecto de 1904, presentado al concurso para la construcción del nuevo Palacio de Comunicaciones, de los arquitectos Palacios y Otamendi que sería el proyecto ganador: Puede observarse que desde la torre del reloj parten numerosos cables. Sin embargo desde que se presentó el proyecto hasta que se acabó su construcción cambió la forma en la que se establecía las infraestructuras y surgió una nueva tendencia hacia las canalizaciones subterráneas. Éste es el motivo por el que en el Palacio de Comunicaciones no han existido cables aéreos



en la Ley de 1855, con una longitud de tendido de 6.497 km. El número de estaciones era de 118 y comprendía todas las capitales de provincia no insulares.

En los años siguientes se continuó ampliando la red, cerrando líneas poligonales para disponer de un doble acceso a las capitales, añadiendo conductores y tendiendo los cables submarinos a las Baleares y plazas africanas, de tal forma que a finales de 1863 la red comprendía más de 10.000 km de líneas, y el número de estaciones abiertas al público era de 194. Todos los proyectos y direcciones de obra corrieron a cargo del Cuerpo de Telégrafos bajo la dirección de Mathé, que se jubilaría al año siguiente después de veinte años como Director General de Telégrafos.

Ese mismo año de 1864 hubo un intento de llamar Ingenieros al grupo Facultativo superior, e incluso se creó la Academia del Cuerpo y se estableció un Plan de Estudios de tres años de duración para los nuevos aspirantes, pero las controversias políticas de la época y otras circunstancias no permitieron que fructificase entonces el propósito.

Es fácil comprender que, tanto en la primera época del establecimiento de las líneas y estaciones telegráficas, como en las décadas siguientes del siglo XIX y buena parte del XX, y en alguna medida hasta nuestros días, además de funcionarios ocupados en la construcción y mantenimiento de las líneas y aparatos telegráficos, y operadores para el curso del servicio, ha sido necesario desarrollar otras múltiples facetas de la explotación telegráfica. Los aspectos presupuestarios, de gestión del personal y edificios, contabilidad, curso del tráfico, reglamentaciones internacionales, concesiones y autorizaciones a otros operadores, empresas y particulares, y un largo etcétera, han requerido desde los tiempos iniciales la actividad administrativa de la organización telegráfica, que ya en el último cuarto del siglo XIX podía considerarse como Administración de Telecomunicaciones, aunque este término no aparecería hasta más tarde, logrando su consagración definitiva en España en 1920, hace ahora 85 años.

Junto a la actividad propia de la explotación telegráfica a su cargo, los telegrafistas desarrollaron otras muchas tareas relacionadas con otros servicios de telecomunicación no propiamente telegráficos. En 1882, y siguiendo el modelo de los gabinetes telegráficos ministeriales, que enlazaban los ministerios y otros organismos importantes con la Central Telegráfica en Madrid para el curso de los despachos oficiales, servidos siempre por funcionarios del Cuerpo de Telégrafos, establecieron en Madrid una Red Telefónica Oficial, primera que funcionó en la capital, ya que la subasta para el servicio telefónico público realizada aquel mismo año para Madrid resultó desierta. Esta red telefónica oficial sirvió de banco de pruebas para otras redes telefónicas urbanas que se encomendaron a Telégrafos hasta 1924, así como para el servicio telefónico interurbano, que tuvo a su cargo en las últimas décadas del siglo XIX, con medios muy limitados. El servicio telefónico oficial se ha prolongado hasta fecha muy reciente por medio de la Red Integrada de Comunicaciones Oficiales (red RICO), con centrales electrónicas MD110 en todas las capitales de provincia y otras localidades importantes, mediante radioenlaces y cables de pares y fibras ópticas comunes a los servicios telegráficos.

Además de la explotación directa de estas redes telefónicas y otros servicios como los de las radiocosteras para barcos en algunas épocas, y la telefotografía y el telefacsimil público desde su implantación, el Cuerpo de Telégrafos tuvo a su cargo tradicionalmente la autorización, intervención e inspección de los servicios de telecomunicación de todo tipo, otorgados mediante



Palacio de Comunicaciones de Madrid. Inaugurado en 1919 en la Plaza de la Cibeles. En él tuvieron lugar en 1932 algunas de las sesiones de la XIII Conferencia Telegráfica Internacional y III Radiotelegráfica Internacional, que dieron lugar a la nueva Unión Internacional de Telecomunicaciones

concesión a particulares y empresas, incluidas la radiotelegrafía y radiotelefonía, las líneas telegráficas y telefónicas privadas, las autorizaciones del servicio móvil terrestre, la radiodifusión hasta 1940, el servicio de radioaficionados o las líneas microfónicas, con la excepción, desde 1924, de la concesión a la Compañía Telefónica Nacional de España, a la que se autorizaron sus propios reglamentos técnicos y de servicio.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que los telegrafistas de todas las estaciones, pero, sobre todo, los de las menos importantes, donde debían actuar en solitario, tenían que conocer no sólo la operación de los sistemas de transmisión y recepción de los telegramas —Morse, Hughes, Baudot y posteriormente teleimpresores— sino también otros elementos de estación, como pilas, rectificadores de corriente, conmutadores, protecciones, tomas de tierra, acometidas, etc., y por supuesto toda la reglamentación aplicable a la admisión, curso y entrega de los telegramas —destinos admisibles, lenguajes autorizados, prioridades, tasación, franquicias, servicios especiales, etc.—, y la normativa administrativa general, organización territorial, relaciones con las autoridades, etc. El Reglamento de régimen interior y servicio contaba con cerca de mil artículos, lo que puede dar idea de la complejidad de la normativa.

Por consiguiente, la formación de los telegrafistas habría de ser necesariamente extensa, tanto en la fase de oposiciones para acceso a esta función pública, como los estudios y prácticas subsiguientes en los Centros de formación de la Dirección General de Telégrafos y en su actualización posterior, que requería la aprobación de ciertos exámenes de ampliación para ascender a algunas categorías superiores. La introducción de nuevos aparatos y sistemas telegráficos, así como las innovaciones en las reglamentaciones tanto nacional como internacional, requerían una progresiva actualización de conocimientos.

No resulta extraño, por tanto, que la formación científica de muchos de esos telegrafistas y sus inquietudes permanentes por mejorar la explotación de los servicios, que, desde los primeros tiempos hasta los más recientes, adoleció de importantes carencias en material, personal y recursos económicos para un normal desarrollo de los servicios en términos comparables a los países avanzados de Europa, estimulara la inventiva de los telegrafistas más inquietos y tenaces. La historia del Cuerpo registra numerosos nombres de telegrafistas ilustres como Morenés, Suárez Saavedra, Bonnet, Pérez Blanca, Echenique, Pérez Santano y muchos más, que inventaron nuevos sistemas o dispositivos, asombraron por su pericia en el manejo de los aparatos, ganando concursos internacionales o escribiendo valiosos tratados de telegrafía eléctrica siguiendo la estela de Ambrosio Garcés de Marcilla, ingeniero militar que publicó en 1851 su *Tratado de telegrafía eléctrica*, primer libro editado en castellano sobre la materia.

Pero la vida de los telegrafistas en las primeras épocas e incluso hasta bien entrado el siglo xx era particularmente dura. Solían tener horarios agotadores, pues se consideraba que su servicio, o al menos su disponibilidad, debía ser permanente, ya que constituía el único medio rápido de transmisión de acontecimientos y órdenes, y por tanto quedaban implicados en la cadena de la «acción de gobierno» que enlazaba el Poder central con la Administración periférica. Desgraciadamente en España disponían de medios técnicos y personales considerablemente precarios, y junto a unos sueldos raquíticos —comunes por lo demás a casi toda la Administración pública— estaban sujetos a la movilidad geográfica que requiriesen las necesidades del servicio, o al capricho de los gobernantes o los caciques locales. Podían ser declarados cesantes por ajustes presupuestarios, y era habitual en las capitales de provincias que tuvieran que realizar horas extraordinarias o nocturnas sin límite alguno, mientras que la percepción de sus indemnizaciones por excesos de jornada o dietas se retrasaba meses e incluso años en ocasiones.

Eso sí. Gozaban de un alto prestigio social, que valoraba su esfuerzo y dedicación, admirando su capacidad para manejar los extraños aparatos y códigos que utilizaban. Pero las constantes limitaciones presupuestarias, que no permitían acometer las ampliaciones de personal ni la mejora de los medios utilizados, tenían relegado el servicio telegráfico a una situación indigna de la competencia, entusiasmo y esfuerzo de los telegrafistas.

En 1892 protagonizaron una huelga de «aparatos caídos» como protesta por su situación, agravada por la fusión con Correos y generada por cierta intemperancia verbal del ministro del ramo, lo que ocasionó la interrupción de todas las comunicaciones y la caída del Gobierno,

seguida de la «desfusión» del Cuerpo de Correos, realizada impremeditadamente en aras de unas pretendidas economías, que apenas consistían en la utilización conjunta de unos locales insuficientes para cualquiera de los servicios postales o telegráficos. Continuando así las cosas, con las mismas estrecheces presupuestarias y un incremento del servicio al abrirse nuevas estaciones y congelarse las tarifas a pesar del incremento en el coste de la vida, originado por la guerra europea, la revista profesional *El Telégrafo Español* se refería al Cuerpo de Telégrafos como «*ahíto de gloria, hambriento de pan y rendido de cansancio*».

Y en 1918 a la vista del retraso en las prometidas reformas y la dotación del anunciado crédito extraordinario que permitiría abordarlas, se vieron empujados a otra huelga por la actitud del ministro de la Guerra, que ocupó con el Ejército y la Guardia Civil las centrales, militarizó el Cuerpo y decretó la separación de todos los que no acatasen sus arbitrarias órdenes. También en esta ocasión en pocos días cayó el Gobierno y pudo normalizarse la situación, aunque una injustificada fama de díscolo e indisciplinado perseguiría al Cuerpo durante muchos años.

Y, sin embargo, fue ese mismo Cuerpo, los propios telegrafistas, los que en un alarde de generosidad que por lo inusual resulta aún más encomiable, crearon en 1920 el título de Ingeniero de Telecomunicación para los oficiales más estudiosos y capaces, estableciendo que el acceso a los estudios superiores de la entonces llamada Escuela Oficial de Telegrafía, continuadora de las siempre existentes escuelas y academias de prácticas y perfeccionamiento, se haría por oposición entre los oficiales menores de treinta años, en número máximo de diez por curso, a los que se rebajaría de servicio para que pudieran dedicarse por entero a su preparación durante los cuatro años de duración de la carrera.

De lo acertado de esta creación da fe la realidad actual, en la que hay más de 14.000 Ingenieros de Telecomunicación y más de 20.000 Ingenieros Técnicos de Telecomunicación; una treintena de Escuelas Superiores y más de cuarenta Escuelas Técnicas de Ingeniería de Telecomunicación. Desde aquellos lejanos años veinte y continuando una tradición de más de siglo y medio, los ingenieros de telecomunicación seguidores de la tarea que inició el brigadier Mathé, a quien podíamos considerar el primer ingeniero de telecomunicación, y continuada por renovadas y entusiastas generaciones de telegrafistas, no sólo han desarrollado el telégrafo, el télex o las comunicaciones oficiales dentro de la Administración, sino que se han ocupado de la telefonía, de la radio, el radar, la televisión y todos los sistemas y servicios de telecomunicación que hoy conocemos, de sus industrias de fabricación, de la enseñanza, la investigación, la informática o los satélites, estando presentes en infinidad de sectores de la industria y la economía nacional hasta límites que nunca pudieron imaginar sus creadores.

Ahora que prácticamente el telégrafo, como tal, casi ha desaparecido, y también los Cuerpos que lo desarrollaron durante más de un siglo, resulta obligado rendir un tributo de admiración y gratitud a aquellos precursores y a sus esforzados continuadores durante tantos años en el Cuerpo de Telégrafos, cuyo tesón, capacidad y sacrificio han sido un antecedente necesario y honroso para la espléndida realidad actual de las Telecomunicaciones españolas, 150 años, después.

## Bibliografía

- Libois, L. J. (1983). *Genèse et croissance des Télécommunications*. Ed. Masson.
- Olivé Roig, Sebastián (1999). *Primeros pasos de la Telecomunicación*. Fundación Airtel Móvil.
- Olivé, Sebastián; Martínez, Gaspar; Navarro, Pedro; Crespo, M.<sup>a</sup> Victoria; Muñoz, Baltasar y Estefanía, Yolanda (2005). *150 Aniversario del telégrafo en España*. Correos.
- Varios (Años 1861 a 1884). *Revista de Telégrafos*.
- Varios (Años 1917 a 1924). *El Telégrafo Español*.
- Rodríguez Maroto, Estanislao. *Pequeña Historia de la Telecomunicación Española 1855-1955*, Tomo 1. Mecanografiado. Biblioteca Museo Postal y Telegráfico. Madrid.
- Romeo López, José María (1990) *Historia de las Telecomunicaciones* en «Exposición Histórica de las Telecomunicaciones». 1990. Secretaría General de Comunicaciones. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.



Mesas de pruebas de Transmisión Interurbanas (Madrid-GranVía). El teléfono supuso un gran cambio al permitir comunicar directamente a dos usuarios, sin necesidad de intermediarios y sin requerir conocimientos especializados para su utilización. Este hecho provocó una cierta inquietud entre los telegrafistas que vieron en el teléfono una amenaza al telégrafo

## La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de telefonía fija en España

Olga Pérez Sanjuán  
José Luis Vilar Ten

Uno de los servicios de telecomunicación que se ha introducido de manera importante en nuestras vidas es, sin duda, la telefonía fija. Este servicio, que asociaba las redes de telefonía fija a la voz, ha ido cambiando a lo largo del tiempo como consecuencia de las innovaciones tecnológicas, aunque conserva muchas de sus características iniciales. Así, sobre las redes tradicionales han empezado a transmitirse otro tipo de señales, integrándose los datos y las imágenes. Pero hasta llegar aquí se han producido cambios, tanto en las tecnologías que soportan este servicio, como en el desarrollo e implantación del mismo. Este capítulo va a describir la evolución de la telefonía y para ello se ha dividido en tres etapas fundamentales.

Tras una breve introducción a la invención del teléfono, la primera de ellas describe los inicios de este servicio en España, cuando en 1877 se realizan las primeras pruebas y empiezan a surgir instalaciones aisladas. A partir de 1882 comienza el despliegue de las redes urbanas y el servicio empieza a prestarse en algunos municipios, pero de forma poco uniforme y organizada. Tienen que pasar todavía quince años más para que se adjudique la concesión de la primera línea interurbana de larga distancia y treinta años para que entre en funcionamiento el servicio internacional con Francia. Esta primera etapa, que abarca desde 1877 hasta 1923, se caracteriza por el desarrollo de numerosa normativa, con alternancia de criterios, y por la multitud de concesionarios independientes que prestan el servicio en ámbitos diferentes.

La segunda se identifica con la prestación del servicio en régimen de monopolio a través de la Compañía Telefónica Nacional de España (la CTNE), que va unificando las diferentes redes y tecnologías utilizadas y ejecuta un plan de modernización y extensión de la red. Durante este periodo, que empieza en 1924 y termina en 1985, es cuando el servicio telefónico se desarrolla y se convierte en un medio de comunicación de uso habitual en España, sustitutivo del telégrafo, si bien no llega todavía a todas las zonas del país.

Por último, la tercera representa el proceso hacia la libre competencia en la telefonía fija, y en general en las telecomunicaciones, de acuerdo con las Directivas Comunitarias. El servicio de telefonía fija, que durante un breve espacio de tiempo se presta en régimen de oligopolio, pasa a ser un servicio liberalizado en 1998, empezando a aparecer gradualmente competencia. Como hecho destacable de este periodo se puede citar también la convergencia tecnológica, que modifica, en cierta medida, los modelos tradicionalmente establecidos de prestación de servicios.





(Izquierda) Teléfono de Graham Bell. Formado por un micrófono con bobina inductiva, dos piezas en madera y un receptor independiente. Al llegar un sonido a la membrana se produce una vibración que se transmite al brazo magnético produciendo el movimiento del imán, que induce en la bobina una corriente eléctrica variable y la transmite al receptor a través del cable, donde se realiza el proceso inverso

(Derecha) Teléfono de Meucci. Antonio Meucci descubre casualmente que el sonido puede propagarse por medio de la electricidad, en 1849, cuando Graham Bell tenía dos años

## La invención del teléfono

La invención del teléfono se debe a los experimentos relacionados con la transmisión de sonidos a distancia, denominada por los propios investigadores «telegrafía armónica o parlante». Como ocurre en otros casos, muchas personas han intervenido en la invención y el desarrollo de la telefonía, pero ha sido principalmente una la que ha pasado a la historia: Alexander Graham Bell, físico estadounidense de origen escocés, que patenta su teléfono el 14 de febrero de 1876. Éste consta de una bobina, un brazo magnético y una membrana. Al llegar un sonido a la membrana se produce una vibración que se transmite al brazo magnético produciendo el movimiento del imán, que induce en la bobina una corriente eléctrica variable y la transmite al receptor a través del cable, donde se realiza el proceso inverso.

Aunque la invención del teléfono suele atribuirse a Graham Bell, hay que decir que Elisba Gray también presenta una solicitud de patente de un aparato similar, cuya función es «transmitir sonidos telegráficamente», sólo dos horas más tarde que Bell. Thomas Edison también está relacionado con la invención del teléfono, al haber diseñado un modelo de teléfono alternativo a los anteriores. Tampoco se puede dejar de citar al profesor alemán Johann Philipp Reis, que construye en 1861 un aparato eléctrico que, aunque es capaz de reproducir muchos sonidos, no transmite la voz humana, o al francés Bourseul, que idea en 1854 un aparato con el que asegura que se puede transmitir la voz eléctricamente, aunque en la práctica no lo logra. Entre otros aspirantes al mérito también hay que mencionar al italiano Innocenzo Manzetti, que en 1864 inventa un aparato similar al de Reis, que tampoco es capaz de transmitir la voz humana, al profesor Amos Dolbear, con su teléfono electrostático basado en el de Reis, o a los estadounidenses Sylvanus D. Cushman, Daniel Drawbaugh, Edward Farrar y James McDonough que también hacen investigaciones en este terreno.

Sin embargo, entre todos los personajes relacionados con la invención del teléfono destaca Antonio Meucci que descubre casualmente, en 1849<sup>1</sup>, que el sonido puede propagarse por medio de la electricidad. Meucci, italiano, desarrolla en Cuba, una de las provincias españolas de ultramar, lo que denomina un «telégrafo parlante», viajando después a Estados Unidos con la idea de patentarlo. Después de perfeccionarlo y de conseguir en 1870 transmitir la señal telefónica a una distancia cercana a una milla intenta patentarlo, pero los elevados costes<sup>2</sup> le hacen recurrir en 1871 a una petición provisional de patente, de menor coste, que renueva al año siguiente. Hay que esperar a principios del siglo XXI<sup>3</sup> para que se conceda a Meucci el reconocimiento a su trabajo en la invención del teléfono.

1 Cuando Graham Bell tiene dos años.

2 Diez dólares.

3 Resolución 269, de 11 de junio de 2002, del Congreso de los Estados Unidos.

## 1877-1923: la concurrencia del servicio telefónico

### 1877-1881: la llegada del teléfono a España

Desde 1855 Telégrafos había desarrollado en España una amplia red de comunicación, soportada por un amplio colectivo de telegrafistas. En este marco inicial, en que el telégrafo cubre bastante bien las necesidades de quienes pueden pagarlo, el teléfono no adquiere especial relevancia.

Los primeros experimentos telefónicos se realizan en octubre de 1877<sup>4</sup> en la provincia española de Cuba, cuando un grupo de oficiales de la Armada Española comunican el cuartel de bomberos y el domicilio del telegrafista Sr. Muset. Curiosamente, el servicio se describe como una «red telegráfica con aparatos telefónicos».<sup>5</sup>

En la Península los primeros ensayos de telefonía se realizan en el mes de diciembre en la Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona ante los Jefes de Telégrafos<sup>6</sup> y diversas autoridades, estableciéndose la primera conferencia<sup>7</sup> telefónica el día 30 de diciembre, a través de un circuito telegráfico de la línea militar que une los castillos de Montjuich y la Ciudadela. Posteriormente, la firma Dalmau e Hijo, que había intervenido en estas pruebas, intenta comunicar Barcelona, Gerona y Tarragona utilizando hilo telegráfico, si bien se detectan problemas de inducción en la línea<sup>8 9</sup>. Se trata de la primera conferencia de larga distancia realizada en España.

A primeros del mes de enero de 1878, la Dirección General de Telégrafos lleva a cabo en Madrid las primeras pruebas oficiales logrando establecer comunicación telefónica entre el casón de Telégrafos y el Ministerio de la Guerra a través de un par de teléfonos alimentados mediante una batería local<sup>10</sup>. Pocos días después, tiende una línea entre los Palacios Reales de Madrid y Aranjuez, con un circuito de dos hilos de hierro de 5 mm<sup>11</sup>, permitiendo que el rey Alfonso XII y su futura esposa, María de las Mercedes, se comuniquen telefónicamente. El resultado satisfactorio de las pruebas realizadas hace que se continúe probando con distancias mayores, llegando a Andújar (400 km) el 13 de febrero.

Los buenos resultados obtenidos llevan a que algunas personas decidan realizar sus propias instalaciones de líneas privadas. Así, en 1880, Rodrigo Sánchez Arjona consigue una autorización para instalar los primeros teléfonos rurales privados de España, modelo

Teléfono de Gower-Bell. 1880. Primera comunicación rural por línea privada. Sánchez Arjona adquiere una pareja de estos teléfonos en uno de sus viajes a París para comunicar dos viviendas de su propiedad



4 Sólo unos meses más tarde de la primera demostración de Bell.

5 Según consta en el Dictamen 36464 del letrado José Grijalva Alcocer (Signatura: U-084-075; año 1882).

6 Suárez Saavedra, *Tratado de Telegrafía*, 1880, recogido en Gutiérrez, 1997.

7 Las comunicaciones telefónicas o conversaciones telefónicas se denominaban en aquella época conferencias.

8 Telégrafos tiene interés en estas pruebas y participa en ellas a través del telegrafista José Savall.

9 Los problemas detectados se deben a la utilización de una línea telegráfica para transmitir una señal de voz que requiere mayor ancho de banda que las señales telegráficas.

10 Los primeros teléfonos se alimentaban localmente a través de pila, si bien esta primera concepción cambia al poco tiempo. Hayes propone en 1892 un sistema de batería central que permite a los abonados ser alimentados desde la central telefónica, eliminando así la necesidad de tener una batería local asociada a cada aparato telefónico.

El telegrafista Ricardo Rodríguez Merino, ignorando posiblemente el descubrimiento de Hayes, presenta, en 1893, un proyecto de central telefónica que prescinde de la batería local instalada junto al aparato del abonado. Un año después publica su primer artículo sobre este tema titulado «Nuevo montaje de una central telefónica suprimiendo las pilas en casa del abonado» y en 1904 el segundo: «Los montajes telefónicos con batería central».

11 Esto supone una auténtica novedad, ya que las primeras comunicaciones telefónicas se efectuaban a través de un solo hilo. La inclusión de un segundo hilo mejora la calidad y es adoptado con posterioridad en el servicio telefónico. Aunque en principio se utilizan hilos de hierro, las ventajas de los hilos de cobre en la transmisión de conversaciones telefónicas hace que poco a poco se vaya cambiando de material. Actualmente el teléfono sigue utilizando un par de hilos de cobre en muchos casos.

«gower-bell»<sup>12</sup>, en Fregenal de la Sierra (Badajoz) comunicando su casa con la dehesa Los Mimbres, a 8 km de distancia. Posteriormente, Sánchez Arjona se comunica a través de los hilos telegráficos con Sevilla y Cádiz, y proyecta una red interurbana entre varios pueblos de Badajoz.

Poco a poco se va tomando conciencia de la gran aportación del teléfono: la comunicación directa de usuarios sin necesidad de intermediarios y sin requerir conocimientos especializados para su utilización, lo que provoca inquietud entre los telegrafistas que ven en el teléfono una amenaza al telégrafo.

### 1882-1890: la implantación de las redes urbanas<sup>13</sup>

Hasta 1882 todas las instalaciones del teléfono son experimentos aislados o instalaciones particulares que unen los distintos aparatos directamente mediante un par de hilos<sup>14</sup>. A partir de este año el servicio empieza a desarrollarse y se publican las primeras reglamentaciones.

#### Explotación del servicio por particulares y compañías

El 20 de marzo de 1882, durante el Gobierno liberal de Sagasta y siendo ministro de Gobernación<sup>15</sup> Venancio González, el rey Alfonso XII firma un Real Decreto que autoriza a este ministro a presentar un proyecto de Ley para conceder a particulares y empresas el establecimiento de redes telefónicas con destino al servicio público. Curiosamente, en la parte expositiva del Real Decreto se indica que «*el teléfono no es un medio de comunicación capaz de sustituir al telégrafo, sino su prolongación y complemento natural, formando una red de comunicaciones secundaria y subordinada a la primera*».

Dicho proyecto de Ley es tramitado posteriormente como Real Decreto el 16 de agosto de 1882, quedando la Administración Española encargada de regular el procedimiento por el que se van creando las redes con destino al servicio público, que son instaladas por compañías y particulares y están limitadas a un radio de diez kilómetros.

El Reglamento, así como las bases generales de los concursos para la prestación del citado servicio, se aprueban poco después, a través de la Real Orden de 25 de septiembre de 1882, de acuerdo con la Junta de Jefes del Cuerpo de Telégrafos. A través de esta Real Orden se establece en 1.000 pesetas «*la cuota máxima de abono sencillo por circuito y año para la correspondencia telefónica*<sup>16</sup>». Ya en esta primera reglamentación se permite el servicio de despachos telefónicos, que luego se denominará «*telefonemas*», especie de telegramas interurbanos, a pesar de las pro-



Pequeña centralita con cuadros de jack (contactos de terminación de circuitos) y clavijas de cordón de Ericsson. Suecia 1884

12 Fabricados en Estados Unidos y adquiridos en París por Sánchez Arjona.

13 Se consideran redes urbanas aquellas redes que no excedan de un radio de diez kilómetros, pudiendo pertenecer a la misma distintos municipios.

14 Las redes telefónicas se crean para permitir las comunicaciones de voz a distancia. En un primer momento los enlaces entre los usuarios son punto a punto, es decir, un hilo, en principio de hierro, que posteriormente cambia por un par de cobre, al mejorar, de esta forma, la calidad de la transmisión, uno entre sí dos teléfonos. Esta primera concepción del servicio telefónico da lugar a una topología de red mallada, en la que cada pareja de usuarios necesita un par de cobre para conectar sus terminales telefónicos.

Sin embargo, el desarrollo del servicio telefónico hace que esta opción pase a ser inviable y en poco tiempo se evoluciona hacia un nuevo concepto de red en el que cada usuario, por medio de un par de cobre, se conecta a una centralita, donde una operadora atiende la central conectando manualmente a los abonados y permitiéndoles la comunicación con el resto de abonados conectados a la misma. Para conectar entre sí a los usuarios se recurre a la utilización de cuadros de conmutación. Éstos disponen de unos contactos (*jacks*) de terminación de los circuitos para cada uno de los usuarios y de cordones con dos clavijas para su interconexión. Ésta es la configuración más simple de una red telefónica en la que los abonados están conectados a una única central, formando lo que se conoce como red en estrella, donde la centralita actúa como central de conmutación local.

A medida que aumenta el número de usuarios o abonados al servicio telefónico, se hace necesario agruparlos geográficamente en varias centrales y establecer enlaces entre éstas para interconectar a los abonados con independencia de la central a la que pertenecen. Cada abonado está identificado con el nombre de la central de la que depende teniendo asignado un número dentro de ella.

Cuando el número de abonados va aumentando y las redes en estrella van creciendo se hace necesario interconectar jerárquicamente las centrales en varios niveles y surgen dos conceptos distintos: la red de acceso, que comunica el abonado a la central telefónica, mediante el llamado bucle de abonado y la red de interconexión que comunica centrales jerárquicamente, y a la que no están conectadas directamente los abonados.

La incorporación de nueva tecnología hace que las centrales dejen de ser manuales y pasen a ser automáticas, lo que en España ocurre en la década de los años 1920. En principio son centrales automáticas mecánicas, pero con el avance de la tecnología pasan a ser electrónicas, y en la última etapa del siglo XX, digitales.

15 El Ministerio de Gobernación es el departamento del Gobierno que tiene las competencias en comunicaciones.

16 Resulta curioso ver cómo este servicio se denomina «*correspondencia telefónica*».

testas del Cuerpo de Telégrafos que ve en este servicio una suplantación del telegrama. Llama la atención el artículo 8 que indica que *«La interrupción del circuito telefónico de un abonado no dará derecho a éste para exigir la devolución de la parte de cuota que corresponda a la duración de aquella sino cuando haya excedido de 10 días. Si las averías se repitiesen con frecuencia, podrá el abonado rescindir su contrato o reclamar indemnización al concesionario»*.

Al día siguiente, 26 de septiembre, se aprueba el anuncio del concurso para el establecimiento y explotación de una red telefónica en Madrid, el 27 de septiembre para Barcelona y el 4 de noviembre para Bilbao, que sin embargo no prosperan, haciendo que a partir de ese momento sólo se conceda la explotación de las líneas a particulares.

Ese mismo año, la Dirección General de Correos y Telégrafos pone en marcha en Madrid la primera Red Telefónica Oficial para comunicar los principales departamentos del Estado, que enlaza los gabinetes telegráficos, sumando al ya tradicional telégrafo el nuevo teléfono. También ese año Telégrafos colabora en la evaluación de las distintas peticiones que hacen los particulares para la instalación de redes.

En esta época, el teléfono se utiliza para comunicaciones urbanas, un servicio que no presta la telegrafía. Sin embargo, todavía no se sabe muy bien qué uso dar al nuevo servicio, y empieza a utilizarse para retransmitir conciertos y obras de teatro. En 1883 el telegrafista Enrique Bonet<sup>17</sup> organiza en Cádiz un «teatrófono» con la intención de transmitir conciertos de ópera por teléfono, siguiendo las experiencias parisinas de Clement Alder.

#### *Explotación del servicio por el Estado*

Con el modelo establecido se produce un desorden en la implantación del servicio y un crecimiento de líneas no autorizadas. Para solucionar esto, durante un Gobierno conservador y con Cánovas como Presidente y Romero Robledo como ministro de Gobernación, se publica el Real Decreto de 11 de agosto de 1884, en el que se aprueba un nuevo Reglamento, que pone como ejemplo la Red Telefónica Oficial y otorga al Estado, a través del Cuerpo de Telégrafos, la explotación de este servicio<sup>18</sup>.

En la exposición del Real Decreto se expone lo siguiente: *«La pequeña red oficial establecida en Madrid por la Dirección General de Correos y Telégrafos para enlazar las principales oficinas del Estado, llevada a cabo sin más recursos que los exiguos que han podido facilitar las mismas dependencias y la buena voluntad del Cuerpo de Telégrafos, funciona con la mayor regularidad y precisión. En Barcelona, por el contrario, donde se ha autorizado con arreglo al expresado Decreto de 16 de agosto de 1882 la instalación de un gran número de líneas particulares, existe ya entre ellas tal desorden y confusión, que las autoridades de aquella localidad vienen desde hace algún tiempo informando que consideran peligroso que se continúen concediendo tales permisos y al mismo tiempo el comercio y el público claman por la intervención del Estado para que se preste con regularidad este servicio.»*



Redes de cables de Barcelona. Las redes exteriores estaban formadas por una mezcla de cables e hilos aéreos, suspendidos sobre las casas, que partían de una torre colocada en el tejado de la central y formaban un conjunto enmarañado que se sostenía por medio de apoyos en los tejados y elevadas torres de hierro en las calles

<sup>17</sup> Enrique Bonet obtiene en 1867 un premio en la Exposición Universal de París por una variante del aparato Morse, que aumentaba el rendimiento de las líneas al permitir acortar los signos del alfabeto morse, (Olivé, 2005). Sus trabajos tocan temas muy variados entre los que se encuentran los teléfonos magnéticos (Olivé, 1998).

<sup>18</sup> También se autoriza a particulares el establecimiento de líneas urbanas, siempre y cuando no existieran las de titularidad estatal. En este caso se pone como condición que estas líneas particulares se unan a las estatales cuando el Estado las instale.

Este Real Decreto, además de definir las redes urbanas<sup>19</sup> e interurbanas<sup>20</sup>, cambia el modelo establecido dos años antes y exige la realización de un estudio previo a la instalación de las redes telefónicas en el que «se determinen las estaciones centrales y las líneas»<sup>21</sup>.

Con esta nueva reglamentación las tarifas telefónicas bajan, estableciéndose la cuota anual de abono para una estación particular durante las 24 horas del día en 600 pesetas, siendo de 500 pesetas cuando la comunicación se realiza entre las 08:00 y las 22:00 horas. Además, tal y como indica el Real Decreto, el importe de las cuotas de los abonados, así como el valor de los despachos, conferencias y demás servicios, se satisfarán en sellos de Correos y Telégrafos.

Con el desarrollo del servicio telefónico se empiezan a instalar sucursales de servicio público: los locutorios. Así, el 1 de diciembre de 1884, mientras se encuentra como Director interino de la Dirección General de Correos y Telégrafos Alberto Alborch y Fustegueras, se abre al público la estación interurbana municipal de Espinardo (Murcia), y el 9 de diciembre los primeros servicios telefónicos urbanos de Madrid en la central telefónica de San Ricardo 8 y en las sucursales de Paseo de Recoletos 14, Don Pedro 8, Mendizábal 6 y Atocha 125. Sin embargo, los teléfonos de uso público irán creciendo muy lentamente y tendrán que pasar 45 años hasta que se alcance la cifra de 6.000 en toda España.

Con este nuevo modelo de explotación, el Estado pone en marcha la construcción de la red telefónica estatal, al mismo tiempo que el servicio empieza a crecer, alcanzando en diciembre de 1885 la cifra de 797 abonados, de los que 517 corresponden a teléfonos de líneas particulares, concedidas al amparo de la reglamentación de 1882<sup>22</sup>.

#### *Nueva explotación del servicio por particulares y compañías*

El 13 de junio de 1886, tras la muerte de Alfonso XII y nuevamente con un Gobierno liberal de Sagasta y estando al frente de la cartera de Gobernación Venancio González, se publica un tercer Real Decreto que vuelve a ceder la explotación telefónica a compañías y particulares, tanto para nuevas redes telefónicas, como para las que se hallan a cargo del Estado<sup>23</sup>.

En el exposición del mismo se dice que «El Estado como administrador de este servicio, será un obstáculo perpetuo para su desarrollo en las proporciones que exigen las necesidades de la vida moderna en todas las esferas, y la industria privada, en cambio, con beneficio de los intereses públicos, hallará en la explotación de este nuevo medio de relación amplio espacio donde desenvolver su actividad y fecunda iniciativa».

Se vuelven a bajar las tarifas estableciéndose en 300 pesetas la tarifa máxima anual para un aparato telefónico en una finca que se encuentre dentro del término municipal de la central, y en 600 pesetas si la finca es compartida por varios inquilinos. A esta cantidad hay que sumarle las 0,30 pesetas que cuestan los tres minutos o fracción de cada llamada.

Con esta reglamentación se empiezan a adjudicar redes en las principales ciudades, si bien se establecen características y cánones diferentes en cada caso. En 1886 ya hay 3 redes telefónicas instaladas con capital privado: Barcelona, Madrid y Valencia, además de las particulares, al mismo tiempo que fuera de la península se sigue desarrollando el teléfono, y a Cuba, pionera en la instalación de este servicio, se le suman otras provincias de ultramar como Puerto Rico y Filipinas.

#### *Explotación del servicio a través de un sistema mixto*

Las tres reglamentaciones sucesivamente aplicadas no habían logrado el establecimiento de las redes de forma coordinada. A principios de los años noventa se intenta de nuevo organizar el servicio telefónico y el Real Decreto de 11 de noviembre de 1890, firmado por la reina regente

19 Desarrolladas dentro de un municipio.

20 Las que conectan dos o más términos municipales.

21 Son los inicios de los proyectos técnicos.

22 Según indica Nadal en la ponencia recogida en *Las Comunicaciones entre Europa y América 1500-1993*.

23 Nuevamente se autorizan redes que se encuentran dentro del término de uno o más Ayuntamientos siempre que no excedan del radio de diez kilómetros.

Muestras de cables submarinos telegráficos utilizados en España. Los cables submarinos telefónicos tienen unas características diferentes a los telegráficos; por eso, y aunque de manera temporal, estos cables se usaron en la primera comunicación telefónica submarina

María Cristina durante un nuevo Gobierno conservador de Cánovas y con Francisco Silvela como ministro de Gobernación, establece un sistema mixto: con concesiones privadas y estatales, al mismo tiempo que divide el servicio en redes telefónicas urbanas, interurbanas de gran distancia, secundarias comunicadas con estaciones telegráficas<sup>24</sup> y particulares.

El desarrollo reglamentario, que se hace mediante la Real Orden de 2 de enero de 1891, exige la realización de una Memoria en la que se detalle la importancia de la red, un plano «arreglado a escala» y un presupuesto, aumentando la documentación solicitada y siendo similar a la de los proyectos actuales. Así mismo, y en relación a la calidad del servicio, establece que «La interrupción del circuito telefónico de un abonado no da derecho a éste a exigir la devolución de la parte de cuota que corresponda por la duración de aquella, sino cuando haya excedido de tres días en los meses de Mayo a Septiembre inclusive, y de seis en los restantes del año. Si las averías se repitiesen con frecuencia, podrá el abonado rescindir su contrato o reclamar indemnización al concesionario». Como puede apreciarse se ha reducido el número de días a partir de los que se puede solicitar una indemnización.

Con el desarrollo del servicio se detectan fraudes en antiguos abonados que se quedan con el terminal telefónico<sup>25</sup>, como ocurre en la Sociedad de Teléfonos de Madrid, por lo que en 1890 el Ministerio de Gobernación fija el pago de 75 pesetas en el Banco de España en concepto de garantía. También aparecen problemas relacionados con la instalación de cables apoyados en propiedades privadas y ocho años más tarde se regulariza su instalación requiriendo una autorización de la propiedad con anterioridad a la colocación de las líneas<sup>26</sup>.

Con el desarrollo del servicio se detectan fraudes en antiguos abonados que se quedan con el terminal telefónico<sup>25</sup>, como ocurre en la Sociedad de Teléfonos de Madrid, por lo que en 1890 el Ministerio de Gobernación fija el pago de 75 pesetas en el Banco de España en concepto de garantía. También aparecen problemas relacionados con la instalación de cables apoyados en propiedades privadas y ocho años más tarde se regulariza su instalación requiriendo una autorización de la propiedad con anterioridad a la colocación de las líneas<sup>26</sup>.



En la fotografía se puede apreciar la manivela que accionaba el generador de corriente conocido como magneto. Anteriormente los teléfonos necesitaban pilas secas para funcionar, lo que creaba problemas de reposición. Teléfono de lujo de 1892 del Gabinete de la reina María Cristina

## 1891-1907: la implantación de las líneas interurbanas de larga distancia

El 18 de marzo de 1891 se publica un Real Decreto para sacar a subasta pública las líneas interurbanas de gran distancia, en cuya exposición de motivos todavía se sigue indicando que la telefonía es universalmente reconocida como «complemento de la telegrafía». El pliego de condiciones que se adjunta divide la Península en cuatro zonas delimitadas por las cuatro líneas divisorias Madrid-Bilbao; Madrid-Valencia; Madrid-Granada, prolongando esta línea hasta el Mediterráneo; y Madrid-Cáceres prolongando esta línea hasta la frontera portuguesa. Las zonas definidas son: Noreste, Sureste, Suroeste y Noroeste, respectivamente.

A pesar de ello, no se consigue el desarrollo de las líneas interurbanas, por lo que en 1892 se autoriza el establecimiento de las líneas telegráfico-telefónicas interurbanas de la zona Sudoeste de España (Madrid, Sevilla, Cádiz, Huelva y Málaga) a la Dirección General de Comunicaciones, otorgando para ello presupuesto de 91.520 pesetas<sup>27</sup>.

24 Este tipo de redes comunica de forma permanente o temporal poblaciones, edificios o estaciones de ferrocarril a través de una línea telefónica con una estación telegráfica del Estado.

25 En esta época el terminal telefónico pertenece al prestador del servicio. Tendrá que pasar un siglo para que esta situación cambie.

26 Real Orden el 6 de agosto de 1898, con Ruiz y Capdepón como ministro de Gobernación.

27 Real Decreto de 16 de abril de 1892, firmado por María Cristina con José Eidunyen como ministro de Gobernación.

Mientras tanto, la instalación de redes urbanas continúa creciendo y el número de concesionarios privados también, destacando entre ellos la Compañía Peninsular de Teléfonos, creada en 1894, y en torno a la cual se va constituyendo un gran grupo telefónico, que va incorporando a su red diferentes redes urbanas. Además, en 1897, esta Compañía obtiene la concesión de la red interurbana del Noreste<sup>28</sup>, lo que supone un avance en el desarrollo del servicio telefónico, aunque no suficiente, y una nueva decepción para los telegrafistas.

#### *Nuevos concesionarios y demanda de profesionales*

Las concesiones de redes telefónicas a particulares y compañías privadas en España siguen aumentando y pasan de 42 en 1897 a 49 en 1900. El número de teléfonos también lo hace y alcanza la cifra de 18.723 en 1897, llegando a los 21.239<sup>29</sup> en 1900.

Pero no sólo se produce un crecimiento en el desarrollo del servicio, sino también en la demanda de profesionales capaces de trabajar en estas nuevas actividades, siendo los telegrafistas los que adquieren protagonismo y pasan a desempeñar puestos directivos en las principales empresas. Así, la Compañía Madrileña de Teléfonos tiene como Director Técnico a Alejandro Soriano, mientras Antonio Castilla ocupa el mismo puesto en la Compañía Ibérica de Telecomunicación y Eduardo Estelat<sup>30</sup> lo hace en la Compañía Telefónica Interurbana<sup>31</sup>.

#### *Modificaciones en los reglamentos*

En este periodo se publican modificaciones parciales al Reglamento en vigor hasta que en 1900 la Reina Regente sanciona un nuevo Real Decreto, de 26 de junio, que vuelve a modificar el Reglamento, organizando nuevamente el servicio telefónico y en el que se decide que las líneas interurbanas sean propiedad del Estado.

Sin embargo, esta reglamentación quedará derogada en 1903 por otro Real Decreto, de 9 de junio, al aprobarse un nuevo Reglamento<sup>32</sup> que determina que la explotación de redes telefónicas urbanas la realizará el Estado, y sólo cuando esto no sea posible podrán hacerlo empresas o particulares. En él se define los conceptos de urbano, limitado a 3 km y de dos extrarradios, uno de 5 km y otro de 7, siendo de 15 km la extensión máxima de la línea urbana desde la central y fija las nuevas tarifas máximas, que oscilan entre las 80 pesetas en el caso más favorable, para el servicio telefónico limitado en horario en poblaciones «de menos de 10.000 almas» y a menos de 3 km de la central y las 800 pesetas para el caso más desfavorable.

El nuevo Reglamento sigue considerando que las líneas y redes interurbanas se «establecerán, construirán y explotarán por el Estado» y que las líneas interurbanas de enlace<sup>33</sup> las podrá establecer el Estado para comunicar centrales de redes urbanas, sean o no explotadas por éste.

Hay que destacar que el desarrollo del servicio telefónico contribuyó de manera notable a la incorporación de la mujer a la vida laboral, si bien con salarios y condiciones diferentes a los obtenidos por sus colegas varones. Curiosamente en una de las modificaciones al Reglamento de 1903<sup>34</sup>, el artículo 119 del reglamento de 1903 queda redactado de la siguiente manera:

«Artículo 119. Para el ingreso en la clase de telefonista será preciso haber servido por lo menos tres meses en calidad de alumna y acompañar a la instancia un certificado de aptitud expedido por el Director de la Red del Estado en que haya hecho el aprendizaje; otro de buena conducta, expedido por la Autoridad competente y la certificación de nacimiento.

»La edad para el ingreso será de diez y seis<sup>35</sup> a veinticinco años...»



Los teléfonos de dos piezas fueron evolucionando hacia unas formas más ergonómicas en las que ya no era necesario utilizar las dos manos, como este teléfono Ericsson de 1893

28 Adjudicada mediante la Real Orden de 10 de junio de 1897, citado en Gutiérrez 1997.

29 De los que 10.202 pertenecen a la Compañía Peninsular.

30 Abuelo de Eduardo Gavilán, coautor de este libro.

31 Todos ellos son telegrafistas. Olivé, 1998.

32 Posteriormente este Reglamento se modifica parcialmente en varias ocasiones.

33 Líneas que unen varias centrales urbanas.

34 Real Decreto de 30 de abril de 1907.

35 Tal y como aparece escrito literalmente.

## 1907-1923: la implantación de las redes internacionales

### *La Ley de 1907*

Hasta ahora toda la reglamentación que existe sobre el servicio telefónico tiene rango de Real Decreto y es en 1907 cuando aparece la primera Ley que hace mención al teléfono, que será derogada ochenta años más tarde, con la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones.

En esta Ley, de 26 de octubre de 1907 firmada por Alfonso XIII, durante un periodo conservador con Juan de la Cierva y Peñafiel<sup>36</sup> como ministro de Gobernación, se autoriza al Gobierno para que proceda, mediante la publicación de un Real Decreto en el plazo de cuatro meses, «a plantear o desarrollar los servicios de radiotelegrafía, cables y teléfonos, valiéndose de entidades nacionales». De esta forma, el Estado realizaría los proyectos y serían los concesionarios privados de los nuevos servicios, obtenidos mediante subasta pública, los que se encargarían de construir las redes, cubriéndose los gastos de los servicios con los productos propios de la concesión y pudiendo el Estado requerir la entrega de alguna línea o servicio que se declarase de interés nacional. Sin embargo, el reglamento que se publica en ese plazo<sup>37</sup> se refiere sólo al reglamento para el establecimiento del servicio radiotelegráfico y el siguiente reglamento que se desarrolla sobre el teléfono es el reglamento provisional del Real Decreto de 11 de enero de 1909, aprobado definitivamente el 4 mayo de 1909.

Poco después de la publicación de esta Ley y al caducar muchas de las concesiones otorgadas, los Ayuntamientos empiezan a obtener autorizaciones para la explotación de las redes municipales, entre las que destacan la urbana de San Sebastián<sup>38 39</sup>, por un plazo de 15 años, y la provincial de la Diputación de Guipúzcoa<sup>40 41</sup>, por 35 años, ambas concedidas en 1908.

### *La implantación de la primera red internacional*

La creación de una red internacional, que es una prolongación de la red interurbana del Noroeste, se establece a través del Real Decreto de 26 de octubre de 1907, publicado en la misma fecha que la Ley, en el que se indica que esta red se enlazará con las líneas francesas en Irún (Guipúzcoa) y Port Bou (Gerona). Este Real Decreto también unifica las dos redes interurbanas del Sur en una sola y las declara, junto con la red del Noroeste y con la red internacional, de «interés nacional», sacándose todas ellas con posterioridad a subasta<sup>42</sup>. La red internacional la explota el Estado tras su construcción y el 1 de enero de 1912 se inaugura el servicio telefónico internacional con Francia. Sin embargo, las redes interurbanas del Sur y del Noroeste no se adjudicarán hasta años más tarde.

Al llegar 1908 existen ya 60 redes urbanas explotadas por particulares y empresas, 11 redes explotadas por el Estado y una red interurbana, la del Noroeste, junto a líneas interurbanas en manos del Estado que no sólo no configuran un conjunto conexionado, sino que presentan tarifas desiguales, cánones diferentes y materiales técnicos distintos.

36 Su hijo fue Juan de la Cierva Codorníu, inventor del autogiro, un aerodino de alas giratorias, parecido al helicóptero pero, a diferencia de éste, las palas del rotor son movidas por el aire y no por un sistema motor; es decir, autorrotan o *autogiran*. Para ello es necesario que el aparato se desplace en el seno del aire, por lo que precisa un equipo motopropulsor que le proporcione un movimiento de traslación, como en el caso del avión (ala fija).

37 Real Decreto de 24 de enero de 1908 por el que se aprueban las bases y el Reglamento para el establecimiento del servicio radiotelegráfico.

38 La red se saca a concurso mediante una Real Orden de 25 de septiembre de 1908 y el Ayuntamiento de San Sebastián obtiene una autorización para instalar la red en ese municipio el 1 de diciembre de 1908.

39 Esta concesión obtendrá en 1923 el carácter de ilimitada en el tiempo, integrándose en 1971 con la red telefónica nacional.

40 Real Decreto de 14 de diciembre de 1908, sobre la concesión de una red interurbana a la Diputación de Guipúzcoa, realizado al amparo de la Ley de 25 de noviembre de 1908 firmada por Juan de la Cierva como ministro de Gobernación.

41 La Diputación de Guipúzcoa obtiene la concesión al haber renunciado la Compañía Peninsular de Teléfonos a extender su red por esta provincia.

42 De las cuatro redes interurbanas en las que se había dividido la Península sólo se había adjudicado la red del Noroeste.



### *Nuevos Reglamentos*

Dentro del espíritu de ordenar el servicio se siguen modificando los Reglamentos. Así, en 1909 se fija un nuevo Reglamento, que es parecido al de 1903, y que indica que las redes telefónicas podrán establecerse y explotarse por el Estado y en su defecto se otorgarán a los municipios, diputaciones provinciales, sociedades, empresas o particulares.

En 1914, con Sánchez Guerra como ministro de Gobernación, se publica otro nuevo Reglamento<sup>43</sup>, que es informado por la Junta consultiva del Cuerpo de Telégrafos y la sección permanente del Consejo de Estado, en el que nuevamente se atribuye la instalación y explotación del servicio telefónico al Estado, a través del personal de Telégrafos, si bien indica que se puede otorgar la instalación o explotación a corporaciones provinciales, municipales o entidades particulares. Con este Reglamento se clasifica el servicio telefónico en internacional, interurbano, provincial, urbano, particular y particular con servicio público<sup>44</sup>. Este Reglamento será modificado parcialmente por Reglamentos posteriores.

### *Primeros signos de unificación*

Los primeros signos de acercamiento a la unificación de la red se inician a partir de 1915 cuando la Compañía Peninsular de Teléfonos se hace cargo de las instalaciones telefónicas interurbanas de las tres zonas en las que había quedado dividida la península<sup>45</sup>, y la Mancomunidad de Cataluña recibe una autorización para la instalación y explotación de una red telefónica interurbana que una los pueblos de sus cuatro provincias, a través del Real Decreto de 9 de septiembre de 1915.

Con el cambio de Gobierno de 1915, en el que entra como ministro de Gobernación Santiago Alba Bonifaz, pasa a ser Director General de Correos y Telégrafos José Francos Rodríguez<sup>46</sup>, quien en marzo de 1917 presenta al ministro un proyecto de Ley de Telefonía Nacional, realizado por el Cuerpo de Telégrafos, con el objetivo de ordenar la situación existente que, sin embargo, no prospera. El proyecto pretende la unificación de los servicios y la extensión de los mismos a través de la creación de un Instituto Nacional de Telefonía, que estaría bajo la supervisión de Telégrafos. Según datos de este proyecto, en 1917 España cuenta con 35.000 abonados, lo que equivale a un teléfono por cada 571 habitantes, hay un locutorio público por cada 45.000 habitantes y se encuentran en funcionamiento 474 centrales telefónicas.

En este periodo, el Cuerpo de Telégrafos empieza a hacerse cargo de redes privadas que prestan un servicio técnico deficiente, como es el caso de Ciudad Real, Sevilla o Valdepeñas, y de las redes cuyas concesiones habían caducado; pero a pesar de este nuevo acercamiento al modelo de servicio telefónico explotado por el Estado, en octubre de 1923 el Estado otorga el carácter ilimitado a la concesión telefónica de la red municipal de San Sebastián, lo que no es aceptado con agrado por parte de los telegrafistas.

### *Avances tecnológicos*

Un hecho sin duda significativo de esta época es la aparición de la electrónica con el diodo de John A. Fleming en 1904 y del triodo de Lee de Forest en 1906, que significan una revolución para las telecomunicaciones. Su aplicación en las técnicas de transmisión sirve para salvar obstáculos relacionados con la larga distancia y para permitir la radiotelefonía, entre otras cosas.

Así, en 1915 el triodo, o audión como en un primer momento se le llamó, se utiliza para construir amplificadores electrónicos que actúan como repetidores en las transmisiones de larga distancia, mejorando notablemente la calidad de estas comunicaciones.

La radiotelefonía, surgida gracias a los trabajos del italiano Guillermo Marconi relacionados con la invención de la radio y a la invención del triodo por De Forest, prospera como consecuencia de la Primera Guerra Mundial y pasa a ser un método alternativo de transmisión vocal

43 Real Decreto, de 30 de junio de 1914.

44 Cuando los teléfonos, a pesar de encontrarse en el domicilio de un particular, pueden ser utilizados por el público.

45 Tras la unificación de las dos redes interurbanas del Sur.

46 Francos Rodríguez era médico y también ha pasado a la historia por ser Alcalde de Madrid y Gobernador Civil de Barcelona.

Demostración de telefonía automática en Madrid. 1926. La introducción de los teléfonos automáticos supuso un gran cambio para los usuarios. Se instalaron locales para exhibirlos, hacer demostraciones de su manejo y permitir que el público practicase en su funcionamiento. Telefónica tuvo que realizar una intensa campaña publicitaria para mostrar al público cómo había que usar el disco numerado. Los elevados índices de analfabetismo hicieron que la campaña tuviera que ser muy gráfica y visual

con ventajas asociadas, en algunos casos, frente a las comunicaciones por cable.

También en esta época los sistemas de conmutación siguen avanzando, y de las centrales manuales, que requieren la intervención de una operadora, se pasa a las automáticas<sup>47</sup>, basadas inicialmente en sistemas electromecánicos denominados «paso a paso», siendo el ingeniero Manuel



Marín Bonell el responsable de la instalación de una central de Siemens «paso a paso» en Balaguer (Lérida) en 1923. Con este nuevo sistema surgen los discos giratorios que permiten marcar directamente el número del usuario con el que se desea comunicar.

A pesar de todos estos avances tecnológicos, en 1923 España tiene una escasa demanda telefónica, con una tasa de 0,36 teléfonos por cada 100 habitantes y se encuentra muy por debajo de Alemania o el Reino Unido, e incluso de Cuba, con 1,3 teléfonos por cada 100 habitantes. Los continuos cambios legislativos, la implantación del servicio sólo en algunos de los principales municipios del país, la falta de conexión entre las distintas redes que se encuentran en manos de múltiples concesionarios y que ofrecen un precio elevado para la mayoría de la sociedad, son aspectos que dificultan el desarrollo de este servicio. Por estos motivos, la telegrafía sigue siendo una alternativa a la telefonía.

## 1924-1985: el monopolio del servicio telefónico

### 1924-1944: unificación y modernización de las redes

#### *Primer contrato con el Estado*

En 1923, la International Telephone and Telegraph Co. (ITT) adquiere la Compañía Peninsular de Teléfonos, que cuenta con las líneas interurbanas de larga distancia y también con algunas redes urbanas, y constituye la Compañía Telefónica Nacional de España (la CTNE) en régimen de sociedad anónima el 19 de abril de 1924, con un capital social de un millón de pesetas, siendo el primer presidente Estanislao de Urquijo y Ussía, marqués de Urquijo, que se va a encontrar poco después con el reto de organizar el servicio telefónico en España.

La necesidad de dotar a España de un sistema telefónico moderno y completo lleva a la publicación del Real Decreto de 25 de agosto de 1924 por el que se autoriza al Gobierno a suscribir un contrato con la CTNE para la organización, reforma y ampliación del servicio telefónico nacional, concediéndole su prestación en régimen de monopolio. Curiosamente, en el artículo 2 de este Real Decreto se indica que no serán de aplicación las leyes o disposiciones que se opongan al mismo, a pesar de que éstas puedan tener un rango superior; así: «[...]no serán de aplicación al contrato que autoriza este Decreto todas las leyes y disposiciones en contradicción con el mismo y con las bases aprobadas, especialmente la ya citada Administración y Contabilidad de la Hacienda Pública y el

47 El origen o invento de estos dispositivos parece ser que fue anecdótico, y se atribuye a Strowger; dueño de una funeraria, que se consideraba perjudicado porque la operadora de la central telefónica conectaba a los peticionarios de servicios fúnebres con la otra funeraria local. Aunque la patente del sistema Strowger es de 1889, en España no se implantan los sistemas de «conmutación automática» hasta la segunda década del siglo XX.

Su implantación supone una cierta convulsión, no sólo desde el punto de vista sociológico, sino también desde el tecnológico, ya que se tiene que dotar a los aparatos telefónicos de un dispositivo para identificar al abonado con el que se quiere comunicar y ese dispositivo tiene que accionar los órganos del equipo de conmutación automático. El sistema Strowger utiliza como dispositivo el disco giratorio con diez dígitos y estas centrales se conocen como centrales paso a paso, por la forma en la que actúan.

*Real Decreto Ley de 8 de marzo de 1924, con sus respectivos reglamentos». Algo similar aparece en la base 26 del contrato que dice «No podrán quedar modificadas las bases del presente contrato, ni aplicarse en contradicción con el mismo las leyes o disposiciones de carácter general o particular expedidas por el Estado o las Corporaciones de carácter público». Por estos motivos puede considerarse que el Contrato tiene el carácter de «lex practica», al prevalecer sobre las demás leyes del Estado.*

El Contrato cede a la nueva empresa, mediante la adecuada valoración y posterior abono, «todas las instalaciones y propiedades telefónicas explotadas directamente por el Estado, además de las que en lo sucesivo reiertan al mismo a tenor de las respectivas concesiones, incluyendo todos sus derechos y cuantos aparatos, materiales, centrales, locales, redes, instalaciones, líneas y sistemas de todas clases tenga utilizados o destinados al servicio telefónico». A diferencia de lo ocurrido en etapas anteriores, al caducar el plazo de la concesión no existe reversión al Estado y éste tendría que indemnizar a la CTNE en caso de que incautara la totalidad del servicio transcurridos veinte años. El canon que se exige es del 10 por 100 de los beneficios netos, que en ningún caso debe ser menor del 45% de los ingresos brutos obtenidos.

Un aspecto significativo del Contrato es que se otorga a la CTNE el derecho de redactar y poner en vigor los Reglamentos técnicos de sus instalaciones y redes, si bien se indica que aquellos que tengan relación con los abonados deben ser aprobados por los Delegados del Gobierno y en el plazo de 15 días por el Gobierno.

A raíz de la firma del Contrato, ITT decide elevar el capital social de su filial de uno a ciento quince millones de pesetas<sup>48</sup> y el 31 de marzo de 1925 las acciones de la CTNE, de 500 pesetas, empiezan a cotizar en bolsa. Sin embargo, a pesar de la agilidad en los trámites del Contrato, no se dispone de un nuevo Reglamento hasta el 21 de noviembre de 1929<sup>49</sup>.

El Contrato obliga a la CTNE a utilizar materiales de construcción nacional, por lo que ITT constituye en 1926 Standard Eléctrica, SA (SESA), tomando como activo inicial la Compañía de Teléfonos Bell de Barcelona, fundada en 1922. Esta nueva empresa, cuyo presidente es el Duque de Alba, inicia simultáneamente las actividades en Barcelona y Madrid con la fabricación de equipos de conmutación y aparatos telefónicos.

El Contrato encuentra la oposición de algunos empresarios, que pierden con él sus concesiones, y del Cuerpo de Telégrafos, que tradicionalmente defendía el carácter estatal del servicio. A pesar de ello, algunos telegrafistas pasan a formar parte de la plantilla de la Compañía<sup>50</sup> desde el primer momento, ya que, debido a la ausencia de personas con conocimientos en telecomunicación, las empresas del sector se nutren de telegrafistas<sup>51</sup>. Luis Alcaraz Otaola y Emilio Novoa son dos ejemplos, que además de formar parte de la plantilla de la CTNE, también pertenecen a la primera promoción de estudios superiores de Telégrafos<sup>52</sup>.

Operadora en el locutorio rural de Ocaña en 1926. El desarrollo del servicio telefónico contribuyó de manera notable a la incorporación de la mujer a la vida laboral, si bien con salarios y condiciones diferentes a los obtenidos por sus colegas varones



48 Según escritura pública de 30 de noviembre de 1924.

49 Real Decreto 2.475, de 21 de noviembre de 1929, firmado por Alfonso XIII, a propuesta del presidente del Consejo de Ministros, Miguel Primo de Rivera.

50 Como normalmente se la denominaba.

51 En 1932 el número de ingenieros de telecomunicación es todavía muy reducido, habiendo sólo 69, de los que 13 están en la CTNE y 10 en Standard Eléctrica. (Olivé, 1998.)

52 Olivé, 1998.

Canalizaciones de cables para el servicio automático, 1926. La retirada de los cables aéreos y la canalización de las líneas fue práctica habitual a finales de los años veinte. En la foto se aprecia la glorieta de Cuatro Caminos de Madrid, un barrio periférico en aquella época, pero que contaba con teléfono y con acceso a la primera línea del metropolitano de Madrid, Sol-Cuatro Caminos, inaugurada unos años antes



#### Unificación de la red

Una vez aprobado el contrato con el Estado, la reglamentación se estabiliza y la CTNE inicia un amplio programa para la modernización de la red y la homogeneización de equipos y materiales telefónicos. Esta política se centra en la renovación de las instalaciones existentes, la extensión del teléfono por todo el país y la automatización, lo que aumenta el interés de la población por el servicio telefónico, que empieza a verlo de manera distinta, aunque todavía elitista.

A partir de ese momento la Compañía Telefónica se va haciendo cargo de las diferentes redes que existen en España. Con excepción de la red telefónica oficial que sigue en manos de Telégrafos, al poco tiempo de su fundación la CTNE se ha hecho con todas las concesiones, salvo con dos: la red de Guipúzcoa, que no caduca hasta 1944, y la red urbana de San Sebastián de duración ilimitada.

#### Desarrollos tecnológicos

Los medios de transmisión mejoran y ofrecen nuevas soluciones. En 1924 se tiende el primer cable telefónico submarino entre Algeciras y Ceuta<sup>53</sup> y un año más tarde el primer cable telefónico subterráneo en una canalización en El Escorial. Esto supone una revolución en la forma de operar, ya que hasta esa fecha los tendidos de cables eran principalmente aéreos y producían un impacto negativo en la estética de las ciudades que la Compañía se había comprometido a eliminar. Así aparece un nuevo elemento en el paisaje urbano: las cámaras de registro telefónico, a través de las cuales se colocan los cables telefónicos por el subsuelo.

Los logros conseguidos con la radio y el desarrollo de las técnicas de modulación<sup>54</sup> hacen posible que en 1925 se instalen los primeros sistemas portadores denominados de «alta frecuencia» entre Madrid y Córdoba y entre Madrid y Burgos, que permiten conversaciones telefónicas simultáneas mediante cuatro canales<sup>55</sup>.



Celadores de la CTNE instalando líneas interurbanas (1925). Los celadores fueron piezas clave de la plantilla de Telefónica en la instalación de nuevas líneas. Los postes se insertaban en el paisaje rural como un nuevo elemento y, en aquella época, se utilizaron trescientos mil pinos para instalar una densa red de tendido aéreo

53 Para establecer el servicio telefónico entre Algeciras y Ceuta se utiliza temporalmente un cable telegráfico. A las 48 horas siguientes se empieza a instalar un cable telefónico que entra en funcionamiento siete días más tarde, momento en el que se procede a liberar el cable telegráfico. La comunicación telefónica con Tetuán queda establecida el 31 de diciembre de 1924 para el Servicio Oficial y el Alto Comisionado.

54 Conjunto de técnicas que permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación mediante la traslación de las señales originales de voz sobre una frecuencia que actúa de portadora.

55 Hacia mediados de siglo ya son habituales los sistemas de doce canales por línea aérea de hilo desnudo.



Poco después, en 1928, se instala entre Madrid y Santa Cruz de Tenerife el primer radioenlace telefónico de onda corta, lo que supone una alternativa a los cables submarinos, al mismo tiempo que se inaugura la comunicación telefónica Madrid-Washington y Madrid-La Habana. A partir de este momento, se irán realizando otras conexiones transatlánticas mediante radioenlaces telefónicos de onda corta.

En 1926, año en el que empieza la construcción de la sede de la CTNE<sup>56</sup>, comienza el proceso de desaparición de las centrales telefónicas manuales en los centros más importantes. Este año se instala en la red de San Sebastián la primera central automática de sistemas rotatorios<sup>57</sup> AGF<sup>58</sup> de 500 líneas para dar cobertura a la ciudad y a las poblaciones cercanas. Ese mismo año, el rey Alfonso XIII inaugura en Santander<sup>59</sup>, la primera central de la CTNE basada en sistemas rotatorios tipo Rotary 7A<sup>60</sup>. A finales de ese año se abre el servicio telefónico automático en Madrid, con otra nueva central Rotary 7A. Dos años más tarde Barcelona, Valencia, Málaga, Sevilla y Bilbao tienen ya servicio automático, año en el que también se instalan los primeros teléfonos de fichas (previo pago) y en el que se empieza a extender el servicio telefónico internacional.

El crecimiento de la red continúa mientras se siguen inaugurando centrales automáticas. En 1931 ya están instaladas en 39 capitales de provincia, teniendo Madrid y Barcelona el 40 por 100 de las líneas telefónicas del país.

En diciembre de 1927 y en paralelo con este proceso de automatización se produce un cambio en la forma en la que se tarifica el servicio telefónico al establecer «*el cobro mensual<sup>61</sup> en algunos distritos, unificando en ese cobro los servicios urbanos e interurbanos y suprimiendo los depósitos de los aparatos telefónicos<sup>62</sup>*».

### *El Gobierno cuestiona la legalidad del Contrato*

Con la llegada de la Segunda República en 1931, año en el que España ya se puede comunicar con el 80 por 100 de los teléfonos del mundo, el Gobierno cuestiona la legalidad del Contrato al interpretar que se pone el servicio telefónico en manos extranjeras y solicita su anulación mediante un proyecto de Ley.

Durante 1932 una Comisión Parlamentaria estudia el tema y presenta una memoria con la actividad de la Compañía Telefónica en sus 8 años de existencia. Este asunto finaliza en diciembre de este mismo año, bajo el Gobierno de Manuel Azaña, que suspende toda acción legal en contra del Contrato, mientras la CTNE cuenta ya con 270.542 teléfonos, siendo el 63,44 por 100 de los mismos automáticos<sup>63</sup>, y las conferencias interurbanas e internacionales celebradas en el año alcanzan la cifra de 16.785.612, lo que supone un incremento del 18,3% sobre los valores alcanzados en el ejercicio anterior.

(Izquierda) Templete de la central urbana de Alicante en 1928. Rudimentarios templetes canalizaban hacia la central correspondiente los centenares de líneas que cruzaban las calles. En la década de 1880 el cableado en las ciudades era una maraña que estrangulaba posibilidades reales de crecimiento y generó continuas denuncias a la autoridad gubernativa. Uno de los compromisos que adquirió la CTNE fue el de eliminar los cables aéreos, que producían un impacto negativo en la estética de las ciudades

(Centro) Vista general del taller de montaje de bastidores del Sistema Rotary en la factoría de Ramírez de Prado de Standard Eléctrica de Madrid. Desde 1926 Standard Eléctrica, hoy Alcatel España, desarrolló una extensa actividad en España para la fabricación e instalación de sistemas telefónicos, así como en la incorporación a la industria española de las nuevas tecnologías (Rotary, Pentaconta, etc.)

(Derecha) Tendido del cable submarino entre Ayamonte y Vila Real de Santo António (Portugal). La primera comunicación telefónica entre España y África tuvo lugar en 1924. La telefonía no hace uso generalizado de los cables submarinos hasta después de la Segunda Guerra Mundial

56 La construcción del edificio situado en la Gran Vía madrileña termina tres años después, siendo el arquitecto Ignacio de Carvajal el encargado de las obras. Durante un cierto tiempo éste fue el edificio más alto de Europa.

57 Son centrales automáticas electromecánicas. Tienen unos dispositivos de selección que únicamente efectúan un giro horizontal, sin que existan desplazamientos verticales.

58 Fabricada por LM Ericsson.

59 Municipio donde habitualmente pasa sus vacaciones.

60 El sistema Rotary 7A se diseña en los primeros años de 1900 por *Western Electric*, bajo la dirección de F.R. McBerty. En España las fabrica Standard Eléctrica.

61 En vez de trimestral, que era la forma habitual de hacerlo.

62 Según se recoge en la Memoria de CTNE del año 1927.

63 En esta época se asocia el terminal telefónico a la línea telefónica de la central. Por eso cuando se habla de porcentaje de teléfonos automáticos lo que se quiere decir es porcentaje de líneas conectadas a una central automática.



Teléfono de previo pago (fichas) instalado en «Viena Park» (Parque del Retiro de Madrid, 1928). Las antiguas compañías tenían locutorios públicos en sus centrales. La cabina instalada en la calle, desde la que se puede hablar previo pago de monedas, aparece a finales de la década de los años veinte. Pero será en 1967 cuando tienen un importante impulso con la sustitución de los «teléfonos negros» que sólo admitían fichas por los aparatos telefónicos de monedas

### Creación de la UIT

En 1932 se celebra en Madrid una conferencia internacional cuyo principal resultado es la creación de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT), organismo internacional cuyo funcionamiento se basa en el principio de la cooperación entre los Gobiernos y el sector privado de los diferentes países que lo integran. Este organismo, que tiene gran relevancia en el desarrollo de las telecomunicaciones, surge como resultado de la fusión de la Unión Telegráfica Internacional (UTI) y de la Unión Radiotelegráfica Internacional (URI). Posteriormente, en 1947 la UIT se convertirá en una agencia especializada de las Naciones Unidas con sede en Ginebra. Un aspecto a destacar de esta reunión es la definición por primera vez del concepto telecomunicación.

### La Guerra Civil

Hasta el inicio de la Guerra Civil española prosigue la extensión del servicio automático en España y de las conexiones internacionales. En 1935 se alcanzan los 329.130 teléfonos instalados, de los que el 66,76 % son de servicio automático, llegando a 1,40 teléfonos por cada 100 habitantes. La utilización del servicio telefónico continúa creciendo y se empieza a percibir como un medio de comunicación importante, pero de carácter todavía muy exclusivo.

Entre los años 1936 y 1939 se produce la Guerra Civil y España se divide en dos territorios diferentes: uno republicano y otro nacional, quedando dividido también el servicio telefónico en estas dos zonas que se encuentran incomunicadas entre sí, salvo para casos excepcionales relacionados con acciones humanitarias. La CTNE establece delegaciones en ambas zonas. Tres en la zona nacional: Tenerife, Sevilla y Valladolid y dos en la zona republicana: Madrid y Barcelona. Durante la guerra se reducen los teléfonos en servicio y a finales de 1939 la cifra es de 291.343, quedando el servicio internacional reducido a Portugal y Gibraltar. A pesar de ello, en 1940 la cifra de teléfonos instalados recupera los niveles de 1935 y las conexiones internacionales se reanudan con diversos países de Europa, América y Oceanía.

### Nacionalización de CTNE

En 1944 se inicia el proceso de negociación para la compra de las acciones propiedad de ITT por parte del Gobierno, llegándose a un acuerdo el 8 de mayo de 1945 por un valor de 56,8 millones de dólares. Las acciones adquiridas por el Estado representan el 79,6 por 100 del capital social. A partir de ese momento la CTNE ve satisfechas sus reiteradas peticiones de elevar algunas tarifas y consigue un nuevo régimen de remuneración del personal.

Nacionalizada la Compañía<sup>64</sup>, la CTNE firma dos importantes contratos el 29 de junio de 1946: uno de asesoramiento técnico con ITT y el otro de suministro con Standard Eléctrica por un periodo de veinte años, en el que se especifica la exclusividad del suministro de material a la Compañía.

Instalación de la línea Barcelona-Vall (1929). A partir de 1926, con la llegada del teléfono automático, se precisa de una infraestructura amplia y compleja. Se realiza un vigoroso esfuerzo de expansión del servicio y modernización de las infraestructuras. El desarrollo de la red interurbana requirió tender muchos kilómetros de cables en un corto espacio de tiempo



64 Exclusivamente en términos de capital social propiedad del Estado, pues la Sociedad seguía cotizando en bolsa.



El Estado aprueba un segundo Contrato con la CTNE<sup>65</sup> por un periodo de treinta años, que presenta escasas modificaciones respecto del anterior, volviendo a tener el carácter de «*lex practica*». Se constituye un nuevo Consejo de Administración y se nombra un nuevo presidente, José Navarro Reverter y Gomis, que dirige la empresa hasta 1965.

Los tendidos telefónicos configuran un nuevo paisaje rural. Los cables telefónicos se instalaban de tres formas: aéreos con apoyo de postes siguiendo, generalmente, el recorrido de las vías de comunicación entre poblaciones; grapados sobre fachadas y enterrados o canalizados. En este último caso hay que considerar que si el tendido se realizaba en el campo y era dificultoso, el cable no se enterraba sino que se dejaba sobre la superficie

### Crecimiento de la demanda

La situación de posguerra que todavía se vive en nuestro país durante la última etapa de los años 40 se ve empeorada por las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial. Existen problemas en el suministro de materiales telefónicos que afectan a la extensión del servicio, a la instalación de nuevas líneas y a la demora de las conferencias interurbanas. A pesar de ello, la demanda crece y el número de teléfonos instalados también, pasando de los 433 mil en 1945 a más de 651 mil en 1950, de los cuales un 76,4 por 100 son «automáticos». Las conferencias interurbanas e internacionales pasan de los 42,5 millones en 1945 a los 56,3 en 1950 y el número de países con los que se tiene comunicación es de 24 y 64, respectivamente. Sin embargo, las conferencias interurbanas e internacionales siguen siendo lentas y problemáticas y la penetración del servicio telefónico es muy baja comparándola con los países de alrededor: sólo hay 2,3 teléfonos por cada 100 habitantes en 1950, elevándose las solicitudes pendientes a 150.707 al final de ese año.

### Evolución de la tecnología

Los avances tecnológicos se siguen produciendo y se aplican a las redes telefónicas, aportando nuevas facilidades y mejoras en los servicios. Las técnicas de transmisión, basadas en la multiplexación<sup>66</sup>, se van incorporando a las líneas y a los enlaces de microondas de la red telefónica española permitiendo varias conversaciones simultáneas<sup>67 68</sup> y la implantación de sistemas para comunicaciones radiotelefónicas.

### Integración de la red de Guipúzcoa

Un hecho significativo de este periodo es que la red provincial de Guipúzcoa pasa a la CTNE, a través del Decreto del 11 de marzo de 1949, con Blas Pérez González como ministro de Gobernación. Desde ese momento, sólo queda fuera la red urbana de San Sebastián.

## 1950 a 1969: desarrollo del servicio

En 1950 la Organización de Naciones Unidas (ONU) reconoce el régimen del general Franco y, como consecuencia de ello, se empiezan a producir cambios en España. Con el acuerdo bilateral con Estados Unidos en 1953, las Recomendaciones del Fondo Monetario Internacional y la aprobación del Plan de Estabilización en 1959 se inicia un periodo de impulso industrial con apertura del mercado nacional y conexión con los mercados exteriores, en el que desapare-

65 Decreto de 31 de octubre de 1946 por el que se aprueba el Proyecto de Contrato con la Compañía Telefónica Nacional de España.

66 La multiplexación es una técnica que permite compartir un mismo canal físico por varios canales de comunicaciones.

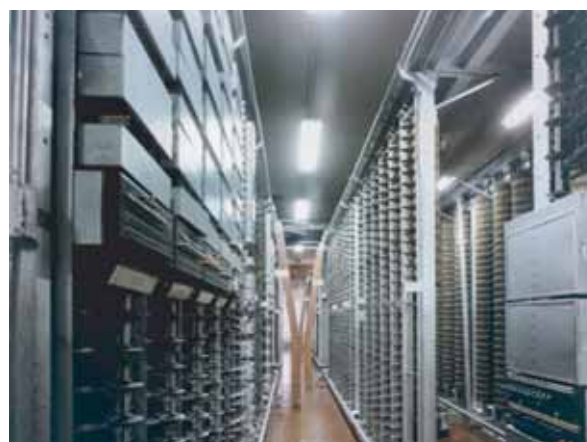
67 Entre Madrid y Barcelona se instala un sistema de doce canales en 1946; dos de tres canales entre Madrid-Valencia y otros dos de tres canales entre Madrid y Tolosa, prolongados hasta San Sebastián por el cable existente. Posteriormente se suman otras muchas ciudades a esta iniciativa.

También en esta fecha se terminan los trabajos de instalación de los sistemas múltiples de tres canales Madrid-Bilbao y Madrid-Sevilla.

68 Se inicia la construcción del sistema J, por cable aéreo, en Madrid-Bilbao, Madrid-frontera Portuguesa, San Rafael-Santiago y Cáceres-Sevilla.

Central del Sistema Rotary. Se trata de un sistema telefónico basado en la conmutación de tipo rotatorio, que funciona mediante el giro de unas máquinas específicas hasta localizar ciertos puntos en los que la presencia de un potencial eléctrico las detiene

cen los problemas de suministro y continúa el desarrollo de la red telefónica de forma más pronunciada. La demanda de nuevas líneas y el tráfico telefónico crecen de manera uniforme en los años cincuenta y sesenta, coincidiendo con importantes decisiones de tipo político y económico, como el inicio de las negociaciones para entrar en la Comunidad Económica Europea, la adopción de nuevas tecnologías y el impacto de un nuevo fenómeno: el turismo.



#### Avances tecnológicos

Narinder Kapany, de origen hindú pero educado en Inglaterra, descubre en 1955 que una fibra de vidrio aislada puede conducir luz a gran distancia, lo que significa el hallazgo de la fibra óptica. La Bell System crea el videoteléfono en 1956, aunque su uso no se populariza. Un año más tarde, en 1957, Brattain, Bardeen y Shockley inventan un dispositivo que representa un cambio radical en el desarrollo de las telecomunicaciones: el transistor<sup>69</sup>. Comienza una verdadera revolución en las telecomunicaciones, y en las diferentes tecnologías que ven en el transistor un aliado, que no sólo permite mejoras y nuevas facilidades, sino que su reducido tamaño y poco consumo cambia los modelos establecidos. Su aplicación dentro de la telefonía se utiliza tanto en los sistemas de transmisión, para dar solución al incremento de las comunicaciones de larga distancia, como en los sistemas de conmutación para fabricar centrales electrónicas.

Los sistemas de transmisión mejoran, aumentando la capacidad de la red. La implantación de la llamada «alta frecuencia» con sistemas de 12 canales<sup>70</sup>, la instalación de cables coaxiales y el uso de los radioenlaces de microondas contribuyen a ello.

Los sistemas de conmutación también avanzan y así, la familia de centrales Rotary de tecnología electromecánica evoluciona hacia la simplificación de los equipos con los sistemas 7B y 7D<sup>71</sup>, siendo este último especialmente aplicable a las redes provinciales y rurales. Pero además de estos dos sistemas, en los años sesenta se inicia la implantación masiva de la tecnología de *crossbar*, o de barras cruzadas, en las centrales de conmutación, que siendo todavía electromecánicas presentan ventajas frente a los sistemas anteriores.

La CTNE sigue caminando hacia la automatización y en 1953 la red de Guipúzcoa se convierte en la primera red automática provincial de España. Seis años después se completa la automatización de la red urbana de todo el país con la incorporación de Teruel.

(Izquierda) Instalación de una central de barras cruzadas Pentaconta 1000. En España el Sistema Pentaconta 1000 es adaptado por Standard Eléctrica a las necesidades de Telefónica. La utilización masiva de este Sistema en la red española hizo que en el complejo industrial de Standard en Villaverde se crearan más de 3.000 puestos de trabajo

(Derecha) Red de cables de Madrid. Las galerías o canalizaciones están divididas en secciones de diversas longitudes enlazadas por receptáculos o cámaras de registro, que constituyen el punto de acceso exterior a las canalizaciones



69 Superior incluso al que supusieron el diodo y el triodo a principios del siglo XX.

70 Los primeros sistemas de «alta frecuencia» de 12 circuitos, tipo K, sobre cable se instalan en la ruta Zaragoza-Tolosa-San Sebastián en 1957.

71 En 1951 entra en funcionamiento la primera central automática urbana Rotary 7D en Guadalajara.





(Izquierda) Detalle de una central Pentaconta 32. El nombre de «Pentaconta» se inspira en la palabra griega que significa «cuenta cincuenta» y tiene su relación con las 52 líneas de capacidad que emplea el conmutador múltiple de este sistema, el cual se ve en la imagen. Las conexiones se establecen por presión de resortes análogos a los de los relés

(Derecha) Galería de cables de la central de Gran Vía. Los cables, antes de salir al exterior de una central telefónica, se agrupan en un gran receptáculo llamado «galería de cables»

En este periodo también se inicia la automatización de la red interurbana de toda España. Se inauguran las primeras Centrales Automáticas Nacionales para tráfico interprovincial de barras cruzadas pertenecientes a los sistemas 8A, 8B<sup>72</sup> y Pentaconta 500<sup>73</sup> y la primera red interurbana automática se instala entre Madrid, Zaragoza y Barcelona<sup>74</sup> en 1960. A partir de esta fecha, las comunicaciones interurbanas entre Madrid y Barcelona se computan directamente en los contadores de los abonados<sup>75</sup>.

Todos estos cambios en las centrales suponen un gran avance. Pero son las centrales instaladas del sistema PC-1000<sup>76</sup> las que llegan a controlar más del 80% del tráfico telefónico urbano e interurbano de la red española, la primera de las cuales se instala en Igualada (Barcelona) en 1962. También las centrales rurales se modernizan y en 1969, Alsasua y Elizondo (ambas en Navarra) cuentan con las primeras centrales PC-32<sup>77</sup>.

Los avances llegan también al servicio internacional y en 1967 se inaugura la Estación Terrena de Comunicaciones por Satélite de Buitrago de Lozoya (Madrid), que cursa el tráfico a través de los satélites INTELSAT<sup>78</sup>, comunicando España con Estados Unidos. En 1970 se instala también allí una segunda estación que comunica con Oriente Medio y Extremo Oriente.

Por otro lado, en 1959 se introduce un nuevo elemento en la red telefónica: las centralitas de barriada, que dan servicio a los grandes núcleos de población construidos alrededor de las ciudades, permitiendo una comunicación urbana. Ese mismo año se instalan 20 de estas centrales y en 1960 se cuenta ya con 80.

Además de las centralitas de barriada, los años sesenta traen la comunicación compartida, que intenta atender la demanda existente mediante la utilización de una misma línea de teléfono por dos abonados. Esta idea se experimenta en Córdoba y, al obtenerse resultados satisfactorios, se traslada a Madrid y Castellón.

### Calidad

Sin embargo, el servicio todavía no consigue el nivel de calidad esperado. La CTNE reconoce en su memoria del año 1960 la insuficiente automatización del servicio interurbano y empieza a medir el tiempo de respuesta en las conferencias interurbanas e internacionales. El porcentaje de llamadas automáticas y a través de operadora que son atendidas en el momento de su petición es sólo del 41 por 100 en 1962, superando el 85 por 100 en 1969.

72 Diseñadas por Bell Telephone Mfg.

73 Fabricados por Standard Eléctrica en Madrid.

74 La central Pentaconta de Barcelona fue un experimento muy especial (tenía la estructura del *crossbar* americano) que hizo básicamente LMT (Le Matériel Téléphonique), compañía ITT de París. Standard intervino parcialmente en la instalación.

75 De esta forma las operadoras ya no tienen que apuntar el coste de cada conversación telefónica en tickets, como se hacía con anterioridad.

76 Fabricada por Standard Eléctrica.

77 Son centrales de barras cruzadas tipo Pentaconta fabricadas por Standard Eléctrica.

78 Organización internacional de satélites que se crea en 1964 y establece un sistema comercial de comunicaciones por satélite para prestar diversos servicios.

En este periodo, sigue existiendo dificultad para dar respuesta al rápido crecimiento de la demanda y este problema se mantendrá hasta el último decenio del siglo XX, a pesar de las mejoras de la red.

#### «Matildes»

Otro aspecto destacable de este periodo es la emisión y puesta en circulación de un mayor número de acciones ordinarias de la CTNE de 500 pesetas, las «matildes»<sup>79</sup>, en 1964, lo que supone una significativa privatización parcial de la empresa, quedando todavía el 31,51 por 100 del capital en manos del Estado<sup>80</sup>.

#### Plan de desarrollo y nuevos servicios

Poco después la CTNE comienza su primer Plan de Desarrollo, lo que coincide casi con la llegada a la presidencia de Antonio Barrera de Irímo en 1965, el tercer presidente de la Compañía Telefónica. La extensión de la red de transmisión, en la que cobran protagonismo los cables coaxiales, y la expansión de las «redes automáticas», tanto la provincial, que se extiende ya a 14 provincias en el año 1967, como la nacional, se convierten en objetivos de la CTNE para poder hacer frente al creciente tráfico telefónico.

Esta etapa termina con la compra por parte de la CTNE en 1970 de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL)<sup>81</sup>, que opera servicios de radiocomunicaciones orientados principalmente al ámbito internacional. Este hecho unido a la liberalización del mercado de materiales en 1966 al terminar el contrato de suministro con Standard Eléctrica, suponen un cambio en el modelo de las telecomunicaciones de nuestro país.

#### El teléfono adquiere protagonismo

Resulta curioso comprobar cómo durante los primeros cinco años de la década de los años cincuenta, el incremento de la red telefónica es casi el mismo que el que se había producido entre el inicio de la Guerra Civil y 1950. En este periodo la demanda crece y es cuando sesenta y cinco años después de la llegada del teléfono a España éste adquiere un verdadero protagonismo al extenderse de manera importante entre la sociedad.

En 1955 se instala en España el teléfono un millón, aunque sólo hay unos 4 teléfonos por cada 100 habitantes. En 1963 esa cifra se duplica y sigue aumentando hasta el final de la década, teniendo en 1969 una densidad de 12,3 teléfonos<sup>82</sup>. En este contexto la extensión de la red de transmisión tiene un crecimiento importante y pasa de los 0,5 millones de kilómetros de circuitos telefónicos en 1950 a los 17,3 millones en 1969. El servicio internacional también se extiende y de la comunicación con 69 países en 1951 se llega a 114 países en 1960. Lo mismo sucede con las conferencias interurbanas e internacionales que pasan de 56,5 millones en 1950 a 206 millones al final del periodo.

### 1970-1985: extensión del servicio

Esta etapa viene marcada por la crisis de los precios del petróleo de 1973, que abre un periodo de inestabilidad económica mundial, y por la muerte del general Franco, que inicia la transición política en España y el establecimiento de la democracia. La crisis industrial y la elevada inflación influyen negativamente en el sector de las telecomunicaciones, que no ve su recuperación hasta el principio de la década de los años ochenta. A pesar de ello, el número de solicitudes pendientes continúa creciendo hasta 1980, fecha en la que empieza a disminuir, pasando de las 590 mil en 1970 con un tiempo medio de espera para la instalación de 26 meses, a las 252 mil en 1985 con 6,6 meses.

79 Llamadas así por un anuncio de televisión en el que José Luis López Vázquez aparece gritando: «¡Matilde, Matilde, que he comprado "teléfono"!».

80 Las sociedades participadas poseen en conjunto el 4,5 por 100 del capital social de la Compañía.

81 Creada en 1961.

82 La penetración del teléfono en la sociedad española sigue siendo reducida, con un número de teléfonos por habitante de los más bajos de los países europeos.

Durante este periodo el número de teléfonos continúa en aumento, pasando de los 4,6 millones de teléfonos en 1970 a los 14,2 en 1985, con un porcentaje de «automatización» de 81,9 por 100 y 99,4 por 100, respectivamente. También la longitud de los circuitos interurbanos aumenta significativamente y pasa de los 19,9 millones de kilómetros en 1970 a los 92,3 en 1984, instalándose al final del periodo un mayor número de circuitos digitales que de analógicos.

Un hecho destacable de esta etapa, en la que pasan cinco presidentes por la Compañía Telefónica, es que ésta compra el 31 de marzo de 1971 la única red que queda en manos de un concesionario: la red telefónica de San Sebastián.

También hay que mencionar la creación en 1979 de la Junta Nacional de Telecomunicaciones, adscrita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ministerio que en este momento tiene las competencias en materia de comunicación, cuyo objetivo es coordinar las entidades públicas y privadas que operan en el sector, así como también es destacable la celebración del campeonato mundial de fútbol, en 1982, que supone un importante reto para sus infraestructuras de telecomunicaciones de la época.

#### *Continúa la automatización*

La automatización integral de la red sigue siendo uno de los objetivos de la CTNE, que en 1970 lanza el Plan General de Automatización. Cuatro años más tarde las cincuenta capitales de provincia cuentan ya con Centrales Automáticas Interurbanas. En esta fecha ya se han automatizado la red urbana y la interurbana en las capitales de provincia. Sin embargo, este proceso pretende también la automatización de las redes provinciales y en 1985 el 99,1 por 100 de las conferencias interurbanas ya son automáticas.

La automatización también continúa para las llamadas internacionales, estableciéndose desde Madrid y Barcelona las primeras comunicaciones automáticas directas con las principales capitales de Europa occidental en 1973, instalándose dos años más tarde la central internacional de Ríos Rosas con 6.000 nuevos enlaces.

En 1978 se empiezan a instalar centrales de tipo semielectrónico<sup>83</sup>, como la Pentaconta 2000<sup>84</sup>, que se instala en Madrid. Un año más tarde entra en funcionamiento la central Metaconta 11A<sup>85</sup> de Valencia, que se encarga de cursar parte del tráfico internacional. Poco después comienza el despliegue de centrales de conmutación electrónica y en 1980 se instala la primera central de este tipo, AXE10<sup>86</sup>, en Atocha (Madrid). También se realizan pruebas con el sistema 1240<sup>87</sup> en la central de 10.000 líneas de Concejo (Salamanca), que entra en funcionamiento poco después. Un año más tarde ya operan otras tres centrales digitales: dos para tráfico nacional y una para tráfico internacional. Al final de este periodo el 97,4 por 100 de los 82,2 millones de conferencias internacionales son automáticas.

#### *Mejoras en la transmisión*

Pero las nuevas tecnologías no se aplican sólo a las centrales de conmutación, sino que también se trasladan a los medios de transmisión, que poco a poco van incorporando técnicas digitales y de modulación por impulsos, que mejoran la calidad y la capacidad de transmisión. Cuando se integran con las centrales digitales ofrecen nuevas facilidades a los clientes, como la facturación detallada, la llamada en espera o la conversación múltiple, por citar algunas. Al principio, las técnicas digitales se utilizan sobre cable coaxial, pero el desarrollo de la fibra óptica y las ventajas de ésta hacen que en la década de los años ochenta este medio de transmisión vaya ganando terreno.

También en esta época se siguen tendiendo cables submarinos y, aunque en una primera etapa se trata de cables coaxiales, pronto se van abandonando éstos para tender cables ópticos, ins-



Primera central digital del Sistema 12 que fue instalada en Salamanca. El gran salto adelante en las técnicas de conmutación lo propició la introducción de métodos de "conmutación temporal" hacia la mitad de los años setenta, debido a que los avances en Informática y Microelectrónica proporcionaron las nuevas herramientas que eran necesarias

83 Son centrales electromecánicas cuyo órgano básico de control es ya el ordenador.

84 Central electromecánica con unidad de control por programa almacenado fabricada por Standard Eléctrica.

85 Central semielectrónica fabricada por Standard Eléctrica.

86 Fabricadas por LM Ericsson.

87 Sistema de ITT, cuyo desarrollo en España cuenta con la participación de CTNE, ITT y Standard Eléctrica.

(Derecha) Central rural móvil Pentaconta 32. A partir de 1970 se aceleró el Plan Rural en España, instalándose más de 20.000 líneas del Sistema Pentaconta 32 de Standard Eléctrica. La central número 1.000 del sistema PC-32 entró en servicio en 1976 y en 1983 se alcanzó la cifra de un millón de líneas rurales de este Sistema



Cabina rural. Se enmarca en el Plan de Automatización Rural, que supone un esfuerzo intensivo para dotar de comunicaciones automáticas a las poblaciones de menor entidad



Teléfono público. En 1987 había en servicio más de 270.000 teléfonos públicos en España

talándose en 1981 el primero entre Gran Canaria y Tenerife, el OPTICAN-1, y aumentando significativamente su número al final de esta década.

### La telefonía rural

Otro de los grandes hitos de esta etapa lo constituye la extensión de la telefonía en el medio rural. A finales de los sesenta empieza la instalación del sistema de conmutación rural PC-32<sup>88</sup> en diversas localidades y en 1976 se llega al millar de centrales de este tipo instaladas, con más de 400.000 líneas en total. Pero el verdadero cambio se produce a partir de 1978, cuando se regula la atención de la demanda del servicio telefónico en extrarradios y zonas rurales mediante teléfonos de titularidad privada en el medio rural, a través de una Orden Ministerial de 1978<sup>89</sup>, y la CTNE aprueba el Plan Rural, que tiene un horizonte de cuatro años. Con la idea de mejorar todavía más la atención a este medio, en 1981 se publica un Real Decreto<sup>90</sup> que constituye un nuevo proyecto para organizar la extensión del servicio telefónico mediante el denominado «teléfono público de servicio», alcanzándose en 1983 el primer millón de líneas rurales. El Real Decreto de 1984<sup>91</sup> es un nuevo intento que trata de dar una solución a esta demanda, permitiendo la colaboración entre la CTNE y las entidades territoriales, y estableciendo tres áreas de actuación: la instalación de teléfonos públicos de servicio; la creación de zonas urbanas telefónicas y «la instalación de abonos telefónicos en extrarradios». A pesar de las actuaciones realizadas y de las mejoras conseguidas es necesario realizar nuevas acciones a finales de los años ochenta para conseguir la integración total del medio rural en la red telefónica, como luego se verá.

### Nuevas aplicaciones

Las aplicaciones del servicio telefónico fijo aumentan y a partir del año 1981 empiezan a funcionar los primeros datáfonos para la realización de pagos con las tarjetas en los comercios. Aparece el fax y en 1983 se regula el servicio entre «estaciones de abonado» que pasa a prestarlo la CTNE<sup>92</sup>. Un año más tarde se implanta la telecontratación en cuarenta provincias y, ese mismo año, se introduce el desvío de llamadas con destino a un número fijo previamente programado, al mismo tiempo que empiezan a aparecer los teléfonos de marcación por tonos. El número de supletorios crece, y el de teléfonos principales también, llegando a encontrarse en el 52 por 100 de las viviendas en 1985.

## 1986-2005: la apertura a la competencia

### 1986-1997: el camino hacia la liberalización

Este periodo parte de una situación de monopolio que va cambiando progresivamente hasta llegar a un entorno liberalizado. Es una etapa de gran actividad legislativa comparable al periodo anterior al monopolio telefónico, pero con fines muy distintos y sin alternancia de criterios.

88 Centrales tipo Pentaconta, de barras cruzadas, fabricadas por Standard Eléctrica.

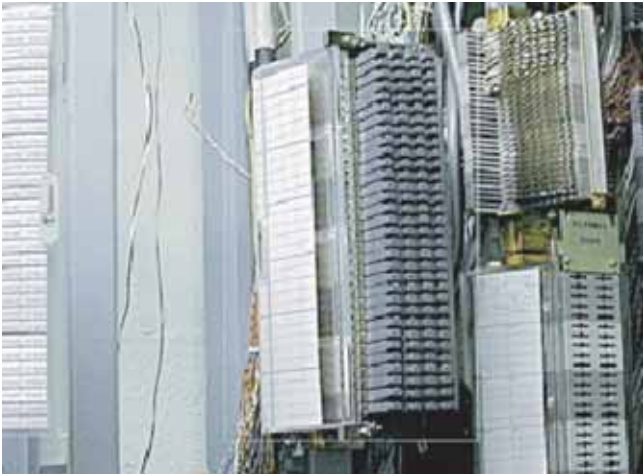
89 Orden Ministerial de 31 de octubre de 1978.

90 Real Decreto 1218/1981, de 5 de junio.

91 Real Decreto 2248/1984, de 28 de noviembre, sobre extensión del servicio telefónico en el medio rural.

92 El fax de servicio público lo presta Correos y Telégrafos.





Durante estos años se produce un rápido crecimiento del tráfico telefónico y un elevado desarrollo de la demanda, al mismo tiempo que la red telefónica continúa en proceso de ampliación y renovación. El número de líneas urbanas instaladas en 1985 ronda los 9,3 millones, alcanzando los 16,4 en 1997, con una densidad de 24,3 y de 40,3 líneas por cada 100 habitantes, respectivamente.

Se puede considerar que el camino hacia la liberalización empieza

con la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea (CEE) el 1 de enero de 1986 y con la publicación del *Libro Verde sobre el desarrollo del Mercado Común de las Telecomunicaciones* de la Comisión Europea en 1987, en el que se propone la ruptura parcial de los monopolios telefónicos.

En paralelo con el Libro Verde, en España se aprueba una Ley, a propuesta del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, cuyo titular es Abel Ramón Caballero Álvarez, que configura las telecomunicaciones como servicios esenciales de titularidad estatal reservados al sector público. Esta Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT), clasifica los servicios de telecomunicaciones en cuatro grandes grupos, correspondiendo uno de ellos a los servicios finales, entre los que se encuentra el servicio telefónico. La Ley mantiene el régimen de monopolio para éste, pero liberaliza los equipos terminales<sup>93 94</sup> y los servicios de valor añadido. Así mismo, prevé la elaboración de un Plan Nacional de Telecomunicaciones (PNT), que persigue el desarrollo y extensión de redes y servicios, y un nuevo Contrato con Telefónica<sup>95</sup> por el que se le concede la gestión exclusiva del servicio telefónico.

El nuevo Contrato, que se firma en 1991 por un periodo de 30 años, pierde el carácter de «lex practica» que se venía arrastrando desde 1924 y establece criterios de calidad de servicio, que se miden a través del Índice General de Calidad y de procedimientos de vigilancia y control.

En ese momento la economía se encuentra en un periodo alcista que se prolonga hasta 1992, año en el que tienen lugar en España los Juegos Olímpicos de Barcelona y la Exposición Universal de Sevilla. En este contexto se realizan desarrollos importantes con objeto de garantizar las comunicaciones durante esos acontecimientos: entran en servicio la torre de comunicaciones de Montjuich y un telepuerto<sup>96 97</sup>, ambos en Barcelona, y las centrales telefónicas RDSI, Cartuja I y II, en Sevilla.

### Nuevas Directivas comunitarias

Volviendo al ámbito internacional y a raíz del proceso de consulta establecido en el *Libro Verde*, la Comunidad Europea empieza a publicar una serie de Directivas que son las que van a ordenar el proceso de liberalización. De entre todas ellas destaca la relativa a la aplicación de la oferta de red abierta (ONP) a la telefonía vocal y su adaptación a un mercado liberalizado<sup>98</sup>.

La adaptación del marco jurídico nacional de telecomunicaciones al comunitario lleva a una modificación de la LOT, el 3 de diciembre de 1992, que no afecta al servicio telefónico que se sigue prestando en régimen de monopolio.

Repartidor de una central local. El repartidor es el elemento de unión entre los equipos de conmutación y los cables de pares de la red de distribución a los usuarios. Consta de un armazón con regletas de corte y de protecciones contra descargas atmosféricas o derivaciones eléctricas



Esta Torre de comunicaciones está situada en la Sierra de Collserola en Barcelona y su construcción se inició en 1990. Con motivo de la celebración en Barcelona de los XXV Juegos Olímpicos entró en servicio en junio de 1992. El arquitecto fue Norman Foster

93 A partir de esa fecha en las estadísticas deja de tener sentido la comparación del número de teléfonos instalados cada año, pasando a considerarse el número de líneas instaladas y en funcionamiento.

94 La liberalización de los teléfonos supletorios comienza antes que la de los teléfonos principales que se produce en 1991.

95 En 1988 la Compañía Telefónica Nacional de España S.A. pasa a denominarse Telefónica de España, S.A.

96 Infraestructura terrena para las comunicaciones vía satélite.

97 Se inaugura en 1991 y dispone de una central internacional digital con 16.230 enlaces.

98 Directiva 95/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 1995.

### *Privatización de Telefónica*

Avanzando en el proceso de liberalización y con la idea de privatizar Telefónica, el Estado se desprende en octubre de 1995 del 12 POR 100 del capital. Al mismo tiempo esta compañía realiza una reorganización interna transmitiendo negocios a algunas de las filiales constituidas al efecto. Poco después, el Gobierno toma la decisión de vender el paquete de acciones que aún posee el Estado y que equivale al 21,15 por 100<sup>99</sup> del capital. De esta forma Telefónica de España se convierte en febrero de 1997 en una operadora completamente privada, empezando a cotizar sus acciones en la bolsa en Nueva York el 12 de junio de 1997.

### *Segundo Operador*

La Unión Europea establece el 1 de enero de 1998 como fecha límite de apertura del mercado a la competencia<sup>100</sup>, si bien otorga a España, junto con Irlanda, Grecia y Portugal, la posibilidad de acogerse a un plazo adicional de hasta cinco años. Con el cambio de Gobierno de 1996, España decide liberalizar el mercado de las telecomunicaciones el 1 de diciembre de 1998. Estos once meses de diferencia con respecto a la mayoría de los países de la Unión se deben a la idea de establecer un duopolio, con un segundo operador con una mínima masa crítica, como etapa previa a la liberalización, y a la falta de recursos públicos de numeración suficientes para ser compartidos por los nuevos operadores en condiciones de igualdad.

En estas circunstancias la creación del segundo operador de telefonía fija se hace inminente. Las infraestructuras que ya tiene desplegadas el Ente Público Red Técnica Española de Televisión, Retevisión, titular del servicio portador de señales de televisión, resultan interesantes para su utilización por parte del segundo operador. Por otro lado, el Organismo Autónomo de Correos y Telégrafos también cuenta con infraestructuras que complementan a las del Retevisión, por lo que entre ambas entidades se establece un proceso de negociación en 1997 que no se llega a materializar en un proyecto conjunto.

Planta de fabricación de centrales del Sistema 12 situada en Villaverde (Madrid). Standard Eléctrica (hoy Alcatel España) participó en el diseño y fabricó las centrales del sistema de conmutación digital S.12 para Telefónica y para importantes mercados internacionales



Finalmente el Gobierno otorga el título habilitante necesario para la prestación del servicio telefónico básico al Ente Público Retevisión a través del Real Decreto-Ley 6/1996. Este Real Decreto encomienda al Ente Público la constitución de una sociedad anónima, Retevisión S.A., a la que deberá aportar la totalidad de los bienes y derechos que integran la red pública de telecomunicaciones y que deberá privatizar posteriormente. El contrato de compra venta por el 70 por 100 del capital se formaliza el 21 de febrero de 1997 con el consorcio formado por el operador italiano STET, las eléctricas Endesa y Unión Fenosa, Euskaltel y seis Cajas de Ahorro. Dos años más tarde, concretamente el 30 de marzo de 1999, el Estado se desprende del 30 por 100 del capital restante.

<sup>99</sup> Memoria de la Delegación del Gobierno en Telefónica de España, S.A. del año 1995.

<sup>100</sup> Esta fecha fue propuesta por la Comisión en una Comunicación remitida en 1992 al Consejo sobre la situación del mercado de las telecomunicaciones. La propuesta fue asumida por el Consejo y el Parlamento en diversas Resoluciones.

La nueva empresa Retevisión S.A. empieza a prestar servicio telefónico el 23 de enero de 1998, a través de acceso indirecto marcando el código 050. Esta opción, que permite al nuevo operador utilizar el bucle de abonado de Telefónica para llegar a sus clientes, significa la ruptura efectiva del monopolio del servicio telefónico, que en primer lugar comienza por la apertura de las llamadas telefónicas interprovinciales e internacionales.

#### *Operadores de cable y tercer operador*

A partir de agosto de 1997 y coincidiendo con la etapa de precompetencia, que se produce con la llegada de Retevisión, se empiezan a otorgar licencias a los nuevos operadores de cable, en las diferentes demarcaciones en las que se ha dividido el país<sup>101</sup>, que, entre otras cosas, permiten la prestación del servicio telefónico fijo a partir del 1 de enero de 1998.

La fase de duopolio inicialmente prevista hasta la introducción de la plena competencia tiene una duración más breve de la esperada. Así, una vez aprobada la Ley de Liberalización de las Telecomunicaciones en 1997, se convoca el concurso para el tercer operador de telefonía, adjudicándose la concesión a Lince Telecomunicaciones<sup>102</sup> el 28 de mayo de 1998, que empieza a prestar servicios el 1 de diciembre de 1998.

#### *La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones*

La apertura del mercado a la libre competencia lleva asociada la necesidad de un organismo regulador independiente que se encargue de salvaguardar y fomentar la competencia en el sector de las telecomunicaciones: la Comisión de Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), creada a través del Real Decreto-Ley de liberalización de las telecomunicaciones de 1996, siendo José María Vázquez Quintana su primer presidente.

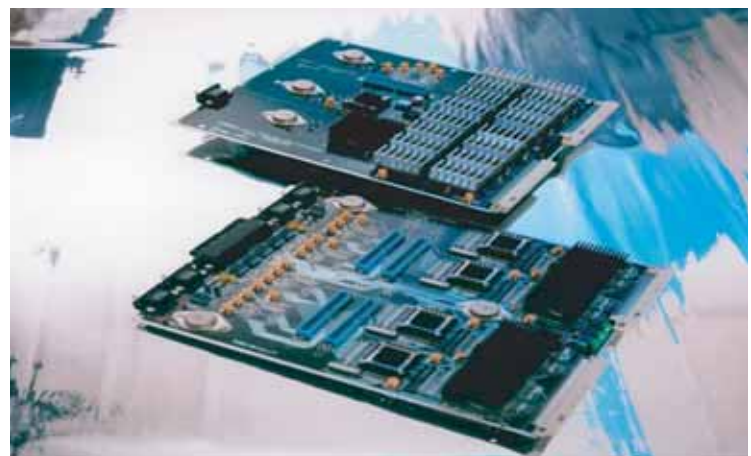
Con la creación de la CMT el Estado cuenta con dos organismos adscritos al Ministerio de Fomento, con competencias en el sector de las telecomunicaciones: la CMT y la Secretaría General de Comunicaciones (SGC), esta última creada en 1985 con el objetivo de establecer, ordenar y desarrollar las comunicaciones civiles. De esta forma, mientras la Secretaría desarrolla la normativa necesaria para el sector protegiendo los derechos de los usuarios, la CMT vela por la competencia en el mercado<sup>103</sup>.

#### *Política Tarifaria*

Paralelamente a todo este proceso de liberalización se aplica la política de regular únicamente las tarifas de los principales servicios prestados por el operador dominante, Telefónica, siendo libres los precios de los servicios que ofrecen los nuevos operadores. Este modelo elimina los grandes desequilibrios existentes en las tarifas del servicio telefónico, desapareciendo así los subsidios cruzados, típicos de las situaciones de monopolio, lo que resulta imprescindible para liberalizar el mercado.

#### *Extensión del servicio telefónico en el medio rural*

A pesar de las actuaciones realizadas en épocas anteriores, la telefonía rural no ha alcanzado todavía un grado de desarrollo suficiente y la CTNE define en 1987 el Plan de Telefonía Rural 1988-1991, basado en los convenios establecidos con administraciones locales y regionales, que culmina con la implantación de la telefonía de uso público en todas las poblaciones



Tarjetas digitales del Sistema I2. La microelectrónica fue un elemento básico en el aumento de capacidad de los equipos y en la reducción de su tamaño

<sup>101</sup> Un total de 43.

<sup>102</sup> Posteriormente pasará a denominarse Uni2.

<sup>103</sup> Posteriormente la CMT pasa a depender del Ministerio de Economía, mientras que las competencias sobre las telecomunicaciones que tiene la SGC las asume la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) que pasa a depender del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través del Real Decreto 557/2000, de 27 de abril de 2000 de reestructuración de los departamentos ministeriales. Actualmente ambos organismos dependen del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.



Famitel Mensajes. Permite la emisión y recepción de mensajes de texto



Radioenlaces de la red de transporte. En el año 2000 alcanzaron 92.000 km

de 50 o más habitantes y con la del servicio telefónico en todos los núcleos de más de 100 habitantes.

Aprovechando el desarrollo de la telefonía móvil, en 1992 se realizan pruebas para acceder al servicio telefónico a través de telefonía móvil con resultados satisfactorios. Este sistema, denominado TRAC (Telefonía Rural de Acceso Celular), se utiliza en el Plan Operacional de Extensión del Servicio Telefónico en el medio Rural 1993-1996, en el que también colaboran las entidades territoriales, eliminándose el concepto de extrarradio en todo el territorio nacional, que pasa a considerarse, por lo tanto, zona urbana a efectos de tarificación.

#### Digitalización de la red

La automatización integral de la red se completa en 1988 mediante la sustitución de la última central manual en Polopós (Granada). Ya todas las centrales son automáticas y no requieren la intervención de operadora, y si bien no son todas digitales, su implantación crece de forma significativa entre 1985 y 1990.

Durante este periodo continúan instalándose centrales digitales y con ellas se empieza a solucionar uno de los problemas del servicio telefónico: las listas de espera. Hasta entonces, las centrales electromecánicas ocupaban grandes espacios y un incremento en el número de líneas era difícil y costoso. Sin embargo, con la tecnología digital los espacios se reducen y la ampliación de la capacidad se simplifica, al requerir sólo la instalación de tarjetas adicionales. Un ejemplo significativo de ello son las URAs, Unidades Remotas de Acceso o pequeñas centrales digitales que se instalan en las poblaciones rurales. Esto hace que la lista de espera se reduzca y se haga prácticamente inexistente, pasando de las 400 mil peticiones pendientes en 1985 a lo que se denomina «mínimo de gestión» en 1995, con un tiempo de espera de unos tres días.

Lo primero que se digitaliza es la red de tránsito, y la fibra óptica se convierte en el elemento básico de su modernización, pasando de los 93 km instalados en 1985 a los 47 mil km en 1997, y de los 118 millones de circuitos por km de cable submarino en 1993 a los casi 300 millones de circuitos por km en 1997.

Con la digitalización de la red de tránsito aparece el concepto de Red Inteligente, que proporciona una serie de servicios<sup>104</sup> asociados a la red telefónica mediante la utilización de diferentes aplicaciones y bases de datos. También aparece la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y en 1990 se establecen las primeras cabinas modulares que funcionan con monedas y tarjetas, instalándose masivamente un año más tarde.

La digitalización y la normalización de las nuevas aplicaciones hacen que las distintas redes, que nacieron ligadas a determinados servicios, vayan convergiendo hacia una única infraestructura de comunicaciones, capaz de soportar todos los servicios. Una vez que las señales asociadas a cada servicio se digitalizan, su transmisión se puede realizar por una infraestructura única, produciéndose un cambio en los modelos tradicionalmente establecidos que asociaban servicio a red. Este hecho conlleva la integración de la voz con los datos y las imágenes, y da lugar a un fenómeno denominado convergencia tecnológica, que es el germen de la Sociedad de la Información o del Conocimiento y que empieza a desarrollarse en la década de los años 90.

### 1998-2005: la liberalización plena

Este periodo se caracteriza por la liberalización plena impulsada por la Ley General de Telecomunicaciones de 1998 (LGTel)<sup>105</sup>, que establece un nuevo marco regulatorio y señala el comienzo de la libre competencia, tanto en infraestructuras como en servicios. La LGTel, propuesta por el Ministerio de Fomento cuyo titular es Rafael Arias Salgado, garantiza el acceso al mercado del servicio telefónico a todas las empresas interesadas, mientras el Estado mantiene

<sup>104</sup> Entre estos servicios se pueden citar los números 900, el cobro revertido, pago compartido, los servicios de información o entretenimiento, el número personal o las llamadas masivas, entre otros.

<sup>105</sup> Ley 11/1998 General de Telecomunicaciones, de 25 de abril de 1998.





un control denominado «ex-ante», por el que cada operador necesita obtener un título habilitante para prestar servicios en condiciones previamente determinadas por las Órdenes de Licencias Individuales y Autorizaciones Generales<sup>106</sup>, que desarrollan la Ley en estas materias.

Principalmente, esta Ley se apoya en tres pilares para lograr el objetivo de la liberalización del servicio telefónico: a) un nuevo marco

de autorizaciones generales y licencias individuales, estas últimas son las que requieren los operadores para la prestación de la telefonía fija; b) el servicio universal<sup>107</sup>, que garantiza a todos los ciudadanos el acceso a este servicio en unas condiciones asequibles; y c) la interconexión de las redes públicas y la interoperabilidad de los servicios, permitiendo a los usuarios comunicarse entre sí, con independencia del operador con el que tengan contratado el servicio telefónico. La LGTel también establece un periodo transitorio, que termina el 31 de diciembre de 2005, durante el cual se designa a Telefónica como operador inicialmente dominante y, por tanto, obligado a prestar el servicio universal.

Por otro lado, en un marco de competencia, los números telefónicos deben estar a disposición de todos los operadores en condiciones de igualdad. Por ello, el Gobierno aprueba el 14 de noviembre de 1997 un nuevo Plan Nacional de Numeración, que entra en vigor el 4 de abril del año siguiente y aporta un significativo aumento de capacidad respecto al plan anterior, que resultará plenamente efectivo transcurridos unos meses. En paralelo, mediante el Real Decreto 225/1998, la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones aprueba el Reglamento de asignación de números, que garantiza un reparto justo de este recurso escaso. Ambas disposiciones son convalidadas por la normativa de desarrollo de la LGTel, en particular por el Reglamento de Interconexión y Numeración<sup>108</sup> (RIN).

El RIN deja definitivamente consagrados dos principios que allanarán el camino hacia una competencia efectiva: a) la obligación de los operadores dominantes de establecer procedimientos de selección de operador, tanto llamada a llamada (marcando un código antes del número llamado), como mediante preselección (sin necesidad de marcar el código); y b) el derecho de los abonados a conservar su número telefónico cuando cambien de operador. Ambas facilidades irán introduciéndose progresivamente e incorporando nuevas variantes que favorecerán la capacidad de elección de los usuarios.

Otra medida de gran relevancia que facilitará la entrada en el mercado de los operadores interesados es la obligación impuesta por el RIN a los operadores dominantes de disponer de una oferta de interconexión de referencia (OIR) en la que se describan las condiciones técnicas y económicas de todos los elementos que la componen, debiendo ser aprobada por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, aunque la primera fue adoptada por el Ministerio de Fomento<sup>109</sup>, con efectos desde el 30



Estaciones transportables de microondas. Estaciones terrenas móviles vía satélite que permiten comunicaciones de telefonía, televisión y datos



Muestras de cable de fibra óptica. Su implantación permitió el transporte de millones de comunicaciones simultáneas, asegurando un elevado ancho de banda y una escasa pérdida de señal

Cabinas públicas de Auna y Euskaltel. La liberalización del servicio telefónico aporta nuevos elementos al paisaje urbano de las ciudades y pueblos

106 Órdenes del Ministerio de Fomento de 22 de septiembre de 1998.

107 Incluye la telefonía vocal y el fax; una oferta suficiente de telefónicos públicos de pago en el dominio público; los servicios de información sobre números de abonado y la atención a colectivos especiales (discapacitados o pensionistas, entre otros).

108 Aprobado mediante Real Decreto 1651/1998, de 24 de julio.

109 Mediante Orden de 29 de octubre de 1998.

de noviembre de 1998, en aplicación de un régimen transitorio vigente hasta que la CMT fuese plenamente operativa<sup>110</sup>.

A partir de la fecha de liberalización de las telecomunicaciones, 1 de diciembre de 1998, y en relación con los precios de los servicios se establece un período transitorio, que finaliza cuando se alcance una situación de competencia efectiva, durante el cual resulta necesario fijar unas condiciones reguladas a través del modelo denominado «price cap», que introduce unas reglas que obligan al operador dominante, Telefónica, a conseguir los objetivos deseados, dejándole cierta libertad de actuación en la consecución de los mismos.

Con la idea de alcanzar una situación de mayor competencia, y en desarrollo del Reglamento de Interconexión y Numeración, se inicia un proceso para permitir el acceso al bucle de abonado de la red pública telefónica fija del operador dominante a operadores autorizados. Primero se establecen mediante Orden<sup>111</sup> las condiciones para la provisión del acceso indirecto al bucle de abonado con objeto de permitir el acceso a Internet mediante ADSL<sup>112</sup>, fijando un calendario de introducción que prevé una cobertura del 61 por 100 de las líneas de la red telefónica en el año 2000. Además, se acuerda la realización de un estudio cuyo objetivo sería el establecimiento del ADSL en todo el territorio nacional. Posteriormente, el Gobierno aprueba mediante Real Decreto<sup>113</sup> el Reglamento que rige las condiciones de acceso indirecto y desagregado al bucle de abonado. Dicho Decreto, que deroga la Orden anterior, impone a Telefónica la obligación de disponer de la primera oferta de acceso al bucle de abonado (OBA) antes del 31 de diciembre de 2000, la cual sería modificada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología<sup>114</sup> a través de una Resolución<sup>115</sup>, si bien las siguientes modificaciones serán competencia de la CMT.

Por otro lado, con la llegada de nuevos operadores empieza a surgir la necesidad de racionalizar el despliegue de redes en el interior de los edificios, por lo que se desarrolla una normativa relacionada con las infraestructuras comunes de telecomunicación (ICT's) que también garantiza a los operadores derechos equitativos sobre su uso.

#### *Extensión del servicio telefónico en el medio rural*

La solución dada para el acceso rural a través del TRAC no permite el acceso funcional a Internet, que es un requisito incluido «a posteriori» en el concepto de servicio universal mediante una enmienda a la LGTel introducida por la Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico. Por ello se hace necesario sustituir el TRAC por tecnologías adecuadas para las nuevas exigencias: LMDS<sup>116</sup>, cable o satélite, completándose este proceso a finales de 2004.

#### *Nuevas redes*

Cuando se produce la liberalización del servicio telefónico y los nuevos operadores empiezan a instalar sus infraestructuras se crea una red alternativa a la de Telefónica. De esta forma, la infraestructura de transporte empieza a crecer, pasando de unos 153 mil km en 1998 a 1,43 millones de km en 2004, aumentando significativamente el porcentaje de fibra óptica.

Los operadores que disponen de infraestructuras propias en el último tramo<sup>117</sup> dan un gran ancho de banda al abonado, como es el caso de los ocho operadores de LMDS, tecnología que



La tecnología ADSL ha permitido digitalizar el acceso de abonado sin sacrificar el par de cobre, abriendo la puerta a una tarifa plana para los usuarios de Internet

110 Ley 20/1997, de 19 de junio, por la que se regula la competencia del Gobierno, en un período transitorio, para la fijación de las tarifas y condiciones de interconexión.

111 Orden 26 de marzo de 1999.

112 Asymmetric Digital Subscriber Line, o Línea de Abonado Digital Asimétrica.

113 Real Decreto 3456/2000, de 22 de diciembre.

114 Este Ministerio se crea por el Real Decreto 557/2000, de 27 de abril de 2000 y dura sólo una legislatura, desapareciendo en el año 2004 e integrándose la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. A pesar de su corta duración tres ministros ocupan esta cartera: Ana Birulés (27/04/2000 - 09/07/2002), José Piqué (09/07/2002 - 03/09/2003) y Juan Costa (03/09/2003 - 17/04/2004).

115 Resolución de 28 de diciembre de 2000, de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

116 Local Multipoint Distribution Service o acceso al abonado vía radio.

117 Los operadores de acceso indirecto llegan al domicilio del cliente a través de la utilización de la red de acceso de Telefónica, mediante procedimientos de selección de operador.



permite el acceso al domicilio de cliente a través de ondas radioeléctricas. También los operadores de cable despliegan redes de acceso de banda ancha, lo que les permite prestar, además del servicio telefónico, otros servicios que requieren mayor ancho de banda, como la de difusión de televisión.

Pero esta ventaja competitiva que tienen estos nuevos operadores respecto de Telefónica desaparece con el desarrollo de la tecnología ADSL, que también permite transmitir voz y contenidos multimedia simultáneamente, aprovechando los tradicionales pares de cobre.

Terminales telefónicos digitales. La inteligencia del terminal telefónico está siguiendo un proceso de continuo crecimiento, asumiendo nuevas funciones dentro de la red de acceso

### *El paso hacia la competencia efectiva*

La relativa situación de competencia que existe en el sector y la necesidad de adaptación de la normativa española al denominado paquete comunitario Telecom 2002, requieren la modificación del modelo establecido en 1998. Así, en 2003<sup>118</sup> se adopta la nueva Ley General de Telecomunicaciones, de 2003, que regula la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas<sup>119</sup> y, entre otros, introduce los siguientes principios: la necesidad de proteger los derechos de los usuarios y de garantizar el servicio universal; la posibilidad de imponer condiciones asociadas a la utilización de recursos escasos en vez de vinculadas a la prestación de servicios; y la mínima intervención de la Administración, mediante un control «ex-post», estableciendo el concepto de agentes con poder significativo en el mercado a los que la CMT puede imponer determinadas condiciones específicas con el objetivo de lograr un mercado con competencia efectiva. Los desarrollos reglamentarios, propuestos ya desde el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, con Francisco Ros como Secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, vienen a configurar este nuevo marco de sector liberalizado: el Reglamento del Servicio Universal<sup>120</sup> y el Reglamento de mercados, acceso y numeración<sup>121</sup>.

### *Convergencia*

La evolución tecnológica, que impulsa la convergencia de las redes en una red única, hace que el servicio telefónico tradicional empiece a verse amenazado por algunos servicios que podrían considerarse sustitutivos en un futuro próximo. Así, la voz sobre Internet de banda ancha se empieza a utilizar como alternativa al servicio telefónico fijo<sup>122</sup>. El desarrollo de esta tendencia hace que en 2005 la Secretaría de Estado de Telecomunicación y para la Sociedad de la Información publique una Resolución atribuyendo recursos públicos de numeración a los servicios vocales nómadas<sup>123</sup>, dentro de los cuales se encuentran los servicios de voz sobre IP, al mismo tiempo que los diferencia de los servicios telefónicos.

118 Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.

119 Concepto más restringido que el de telecomunicaciones.

120 Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios, aprobado por Real Decreto 424/2005, de 15 de abril.

121 Reglamento sobre mercados de comunicaciones electrónicas, acceso a las redes y numeración, aprobado por Real Decreto 2296/2004, de 10 de diciembre, siendo José Montilla ministro de Industria, Turismo y Comercio.

122 Como ejemplo de ello, a consecuencia del deterioro de las instalaciones telefónicas en Nueva Orleans, en 2005, debido al huracán Katrina, el presidente de los EE.UU. logra hablar con los responsables políticos de la zona a través de voz sobre IP mediante un enlace WIFI que permanecía en funcionamiento.

123 Según la citada Resolución, los servicios vocales nómadas son aquellos servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público que ofrecen comunicaciones vocales bidireccionales en tiempo real desde puntos de acceso a los que los usuarios pueden conectarse de forma remota y permiten tanto el establecimiento como la recepción de llamadas, pudiendo incluir suplementariamente otro tipo de capacidades, como la de comunicación multimedia.

Cabinas multimedia, que permiten la transmisión simultánea de voz y datos. Desde las cabinas se puede llamar al número de consulta sobre números de abonados 11818, anterior 1003, de manera gratuita

Por otro lado, el enorme crecimiento de la telefonía móvil ha venido produciendo un efecto sustitución desde 1995, afectando igualmente al uso de los teléfonos públicos de servicio y cabinas.

Estos factores hacen que el binomio tradicional red fija-voz haya dado paso a un amplio abanico de servicios soportados por redes de banda ancha, que están cambiando el modelo tradicional de prestación que el servicio telefónico tenía establecido, dando paso a otros nuevos.



## Bibliografía

- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (1993). *Las Comunicaciones entre Europa y América 1500-1993. Actas*.
- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (1993). *Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo en España: 1700-1936*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (2002). *Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Boletín Oficial del Estado (1940-2005). Diferente legislación sobre la materia.
- Carandell, Luis y Riego, Bernardo (1992). *Telefonía. La gran evolución*. Lunwerg Editores, S.A.
- Carrasco, José Manuel (2001). *Evolución histórica de la conmutación telefónica*.
- CMT (1998-2004). *Infomes anuales*. Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.
- Cremades, Javier y Mayor Menéndez, Pablo (1999). *La liberación de las telecomunicaciones en un mundo global*. La Ley Actualidad S.A. y el Ministerio de Fomento.
- CTNE (años 1924-1935 y 1939-2004). *Memorias*. Compañía Nacional Telefónica de España. Delegación del Gobierno en Telefónica de España, S.A. (1992-1995). *Memorias*.
- Figueiras, Aníbal (2002). *Una panorámica de las telecomunicaciones*. Pearson Ecuación S.A. Madrid.
- Gaceta de Madrid* (1877-1935). Diferente legislación sobre la materia.
- Gutiérrez, Jaime (1997). Tesis doctoral. *Proceso de integración de las redes telefónicas en la CTNE*. Universidad del País Vasco.
- Moya, Adoración A. (2005) *Redes empresariales, inversión directa extranjera y monopolio: El caso de Telefónica, 1924 - C. 1965*. VIII Congreso Asociación Española Historia Económica.
- Olivé, Sebastián (1998). *La prehistoria de la profesión*. Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones.
- Olivé, Sebastián (2005). *La telecomunicación y la Real Casa de Correos*. Foro Histórico.
- Romero, Rafael (1994). *Colección Histórico-Tecnológica de Telefónica*. Fundación Arte y Tecnología.
- Telefónica (1999). *1924-1999. Setenta y cinco años*. Telefónica.



Mesa de trabajo de Javier de la Fuente en 1934, operador de la estación de aficionados EAR-18 y EA1AB. En ella se pueden identificar, entre diversos documentos, el receptor Hammarlund «Comet Pro», así como un micrófono de Braun, unos auriculares Brush, la propia tarjeta QSL de EAR-18 y el boletín de DX *Journal des 8*

La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de radioaficionados en España

Isidoro Ruiz-Ramos y García-Tenorio – EA4DO

El servicio de aficionados goza internacionalmente del privilegio de uso de segmentos específicos del espectro radioeléctrico, protección contra interferencias indebidas, etc. El hecho que lo diferencia fundamentalmente de los restantes, es que está integrado por personas que dedican su tiempo libre a la experimentación, investigación, comunicación, competición y, en resumen, la diversión.

A pesar del denso y sofisticado manto sin hilos que cubre actualmente nuestro planeta en el siglo XXI, aún los radioaficionados continúan demostrando el valor del Servicio al proveer comunicaciones críticas cuando otros sistemas quedan interrumpidos o sobrecargados debido a los graves efectos que producen los desastres naturales, no sólo en la telefonía móvil, sino también en los diversos medios de comunicación. Ejemplos recientes de ello fueron los huracanes Katrina y Rita en la costa sudoriental de Estados Unidos durante agosto y septiembre de 2005, el tsunami en aguas del Océano Índico, en diciembre de 2004, los continuos ciclones tropicales sobre las islas del Caribe, los incendios en Australia, etc.

En todos estos casos muy pocas personas se dan cuenta de que si un operador de radio es capaz de establecer un enlace fiable con medios escasos, es porque antes, y durante mucho tiempo, ha tenido repetidas oportunidades de experimentar esos medios y evaluar sus propias capacidades.

Ello conlleva periódicamente a celebrar la Global Amateur Radio Emergency Communications Conference con la finalidad de explorar todos los aspectos de las comunicaciones de emergencia por radioaficionados y preparar las proposiciones a presentar a la International Amateur Radio Union —IARU— en su próxima Conferencia Mundial. A este respecto, la Convención de Tampere (Finlandia) de 1998 eliminó en gran parte los obstáculos que las Administraciones nacionales venían oponiendo a la libre circulación de operadores y equipos de radio para operar en áreas bajo situaciones catastróficas.

Pero esta necesidad de comunicación, que aún se precisa con urgencia en los albores del siglo XXI, dio comienzo entre los aficionados a la electricidad hace más de cien años evolucionando después grandemente con el desarrollo de la TSH o Telegrafía Sin Hilos. Un inicio apenas hoy conocido que conformó las viejas raíces y el grueso tronco de ese árbol cuya masa arborea recoge ahora la totalidad de las ramas que componen el complejo mundo de las telecomunicaciones. Por tal circunstancia, aquella primera época casi perdida y olvidada de los radioaficionados, llamados entonces *sinhilistas* y que englobaron a gran parte de la población, merece ser expuesta ampliamente en este capítulo.

## El comienzo de la radioafición: emisoras de chispa y Matías Balsera

Después de los relevantes logros conseguidos por grandes hombres de ciencia de la segunda mitad del siglo XIX, quien siempre se consideró un aficionado, Guillermo Marconi, llevó a cabo en 1897 una experiencia con la que consiguió cruzar el canal de Bristol, entre Lavernock-Point y la isla de Flatholm (5,3 km), mediante los chisporroteos que saltaron entre dos bolas de metal de diez centímetros de diámetro, aisladas con aceite de vaselina, utilizando como antena unas cometas recubiertas con papel de estaño alimentadas con un ligero cable de aluminio.

Tal experiencia fue presenciada por el profesor Adolf Slaby de la Escuela Técnica de Berlín-Charlottenburg quien, en su libro *Viajes en el océano eléctrico*, narró de esta manera aquellos emocionantes momentos:

*«Me quedará un recuerdo inolvidable de cómo a causa del viento estábamos nosotros cinco acurrucados dentro de una gran caja de madera, con las orejas y ojos en tensa atención dirigidos al aparato receptor; de súbito y después del convenido izado de bandera, percibimos el primer “tic-tac” de los signos de Morse, con claridad, silenciosos e invisibles emitidos (desde aquella rocosa costa discernible sólo en vagos contornos), a través de aquel desconocido y misterioso medio, el éter que forma un único puente con los planetas del universo. Los signos de Morse que escuchamos fueron los de la letra “V”, tal y como previamente se había acordado».*

Los estudios y conferencias divulgativas de Marconi se sucedieron por diferentes países, y así, los primeros aficionados a esta nueva *ciencia radioeléctrica* trataron de utilizar los timbres en desuso, bobinas y otras piezas para poder construir los primeros transmisores productores de chispa. Marconi, en uno de sus muchos viajes, dio una conferencia en Dublín a la que asistió el teniente de navío Meade Dennis. Tras la impresión que a éste le causó el tema y utilizando algunos de los rudimentarios componentes citados con anterioridad, en 1898 construyó un *transmisor de chispa* de cuatro pulgadas, sin antena ni tierra, capaz de propagar señales a una distancia aproximada de setenta yardas. El coronel Dennis, quien tuvo la distinción «jamás discutida» de ser el propietario de la primera estación experimental de aficionado del mundo, llegó a ser más tarde el primer presidente de la Sociedad de Radio Transmisores Irlandeses siéndole adjudicado para su estación el distintivo identificador EI2B.

A partir de entonces, poco a poco los aficionados a la electricidad fueron siendo cautivados por los hilos necesarios para la comunicación sin hilos y trataron de emular, con sus pobres medios, los alcances cada vez mayores que se consiguieron a base de costosas instalaciones oficiales, a las que pronto se dio la calificación de profesionales.

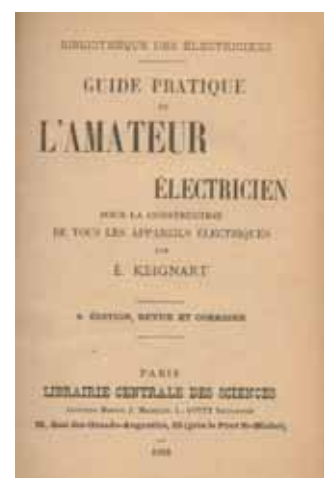
Todos los equipos de radio de los primeros tiempos fueron bastante rudimentarios, pues, tanto los transmisores comerciales como los de los *sinhilistas*, utilizaron alguna forma de estallador a chispa para generar la radiofrecuencia a ritmo de corriente alterna, y hacer que tales ondas de radio fuesen emitidas desde una antena. El estallador estaba compuesto por dos electrodos metálicos, generalmente bolas, separadas por aire y conectadas al devanado de alta tensión del transformador y otros componentes. Las emisiones producidas por los transmisores de chispa ocupaban una gran anchura de banda con numerosas señales armónicas, particularmente si la antena estaba fuertemente acoplada al circuito de descarga.

Debido a las noticias que insertó la prensa en nuestro país sobre los continuos logros de Marconi, en España también surgieron los primeros interesados en la materia. El pequeño grupo estuvo constituido mayoritariamente por doctores y licenciados que, cuando regresaron de sus viajes fuera de España, trajeron piezas y aparatos para realizar ensayos, así como una popular y completa obra editada inicialmente en 1899, de la que se hicieron numerosas ediciones en pocos años: la *Guide pratique de l'amateur électricien pour la construction de tous les appareils électriques*. En ella quedó descrita detalladamente la construcción de aparatos con los componentes de la época, así como ciertos experimentos basados en la electricidad.

A pesar de los muy escasos testimonios documentales que nos quedan de entonces, sabemos que originariamente algunos de los primeros aficionados se limitaron a captar las tormen-



Transmisor de chispa empleado por los aficionados a la emisión en sus comienzos



La *Guide pratique de l'amateur électricien* aportó a los primeros experimentadores los conocimientos necesarios para el desarrollo de las «ciencias radioeléctricas»

tas antes de que llegasen, como fue en Galicia el caso de Luis Varela, quien más tarde se convirtió en el operador de la estación EAR-48 y EA1AF.

Las experiencias realizadas por Marconi el 12 de diciembre de 1901 lograron que las señales radiotelegráficas emitidas desde las costas inglesas fueran recibidas en Terranova mediante la primera estación de chispa de gran potencia, 10-15 kW, conectada a una antena formada por veinte hilos soportados por veinte postes de 70 metros de altura, colocados sobre una circunferencia de 70 metros de diámetro. Los veinte hilos, al estar aislados en su extremo superior y reunidos todos ellos en su extremo inferior, presentaron una superficie cónica. Al ser arrasado en Poldhu el campo de mástiles por un gran temporal, la antena anterior fue sustituida por otra de arpa que quedó suspendida entre dos postes de 60 metros de altura.

Por entonces, los más inquietos *sinhilistas* llegaron a montar un equipo completo de transmisión, conocido como *chispero*, utilizando bobinas, baterías y alambres, todo ello en desuso procedente de desguaces, cuyas bolas descargadoras fueron graduadas para el salto de la chispa de radiofrecuencia. Las señales producidas de este modo trataron de ser captadas en una de las habitaciones contiguas mediante un aparato de recepción, formado por el *cohesor* de Branly y las bobinas de sintonía en el interior de una voluminosa caja.

Entre los anónimos aficionados españoles que emplearon tal tecnología en los comienzos del siglo XX nos queda el nombre de Domingo Liria, de Almería, quien muchos años después sería operador de la estación EAR-64 y EA7AC. Más sin duda alguna, entre todos ellos cabe hacer mención especial de quien por sus éxitos fue considerado en 1924 como «el primer radioexperimentador español», Matías Balsera y Rodríguez. Nacido el 23 de febrero de 1883 en Gibraltor (Huelva) donde su padre era Oficial Telegrafista, ingresó en el Cuerpo de Telégrafos en 1903 y antes ya de esta fecha había realizado ensayos de Telegrafía Sin Hilos entre el Puerto de Santa María y Cádiz. Precisamente en aquella época construyó la primera estación de aficionados y con ella consiguió la comunicación «normal» con las dos primeras estaciones radiotelegráficas instaladas en España por la Compañía Transatlántica.

## La larga prohibición de la radioafición



Matías Balsera. El logro conseguido por Matías Balsera en 1903 al comunicar desde su propia estación de aficionado con dos estaciones oficiales próximas a ella, hizo que en 1924 fuera considerado como «El primer radioexperimentador español»

Técnicamente, la emisión producida por los transmisores de chispa ocupó la casi totalidad del espectro útil y aquello ocasionó entonces graves problemas. Por tal motivo, durante las dos primeras décadas las estaciones oficiales, así como las de los buques, las costeras y las del crecido número de aficionados en todo el mundo, se vieron obligadas a competir en tiempo y supremacía en la potencia de su señal para poder conseguir efectuar las comunicaciones en lo que llegó a convertirse en el imperio de las ondas largas.

Sin reglamentos específicos muchos transmisores manejados por experimentadores fueron apabullantes en cuanto a su potencia, y bastó que dos *sinhilistas* pusieran en marcha sus respectivos *chisperos* para que todo el espectro útil quedara inutilizado, o al menos interferido. Con la finalidad de tratar de controlar tal situación, en Inglaterra, en virtud de la Wireless Act aprobada en 1904, durante 1905 se concedieron las primeras licencias oficiales a los aficionados a la T.S.H. para el uso de la telegrafía sin hilos con fin experimental.

Si los avances de la ciencia radioeléctrica fueron espectaculares en su nacimiento, 1906 se convirtió en un año trascendental en la historia de la radiocomunicación por varios motivos, siendo el principal la patente de invención de la primera válvula a rejilla o *audióon* por el norteamericano Lee de Forest, tras haber tenido la idea de introducir una rejilla entre el ánodo y el cátodo para regular el mayor o menor flujo de electrones a la placa.

El primer uso que se dio al *audióon* fue aplicarlo como detector de las señales radiotelegráficas y amplificador de las telegráficas. Tras propagarse rápidamente el triodo por sus notables propiedades y gran sensibilidad, en poco tiempo fue considerado como la verdadera lámpara de Aladino debido a los enormes progresos que tuvo con ella la electrónica. No es que el *audióon* actuase igualmente como oscilador, lo que permitía transformar la corriente continua en alterna, sino que también lo hacía como rectificador de la onda.



Entre la actividad llevada a cabo por nuestros aficionados en aquel año de 1906 cabe destacar la realizada por José María Guillén García, quien junto al profesor de física del colegio de niños huérfanos de Sant Julià de Vilatorrada y el sacerdote Pere Manuel Cazador S. F., iniciaron en la citada localidad barcelonesa las primeras pruebas de recepción realizadas en España con antenas direccionales inventadas por Marconi.

También en Cataluña cabe citar durante aquellos años la actividad llevada a cabo por quien más tarde fue el ingeniero Puig Boada. Tal aficionado realizó ciertas experiencias de radiotransmisión en Morse y con este motivo se dieron algunas conferencias divulgativas acerca de la Telegrafía Sin Hilos. Asimismo contribuyó grandemente a extender la afición a la TSH el gran experimentador, crítico musical y secretario de la Sociedad Astronómica, Salvador Raurich, quien construyó y vendió algunos aparatos para escuchar principalmente las señales radiotelegráficas.

Según indica Agustín Riu, uno de los personajes más importantes que contribuyeron a popularizar la Radio-ciencia en España durante los años veinte y treinta, y también operador de la estación receptora de aficionado de onda corta E-035:

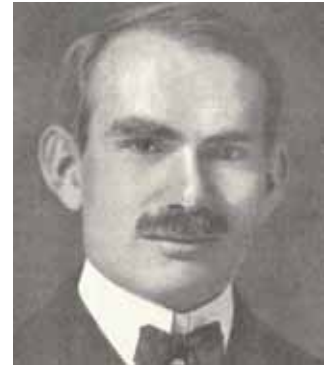
*«La Radio (en la segunda década del siglo XX) quedaba reducida a ser explotada por grandes Compañías, con la única finalidad del tráfico internacional. Por lo tanto, lo que se buscó fue una seguridad de transmisión, lo cual se consiguió aumentando la potencia de las emisoras y sensibilizando los detectores, abandonando bien pronto el detector de Branly para sustituirlo por el detector de galena y receptor a oído, procedimiento que se perfeccionó utilizando el “carborundum” para obtener una estabilidad mayor en el funcionamiento.*

*»Desde 1906 a 1914, las radiocomunicaciones quedaron reducidas a instalaciones potentes, empleando ondas del orden de 20.000 metros, por considerarlas las más adecuadas para la propagación. Fue debido a estas circunstancias por las que se ideó el alternador de alta frecuencia, que Berthenod perfeccionó en grado sumo. La instalación de una emisora quedaba reducida a un manipulador, el alternador y la antena. El problema parecía resuelto por haberse conseguido una simplificación enorme de los aparatos. La radio parecía haber entrado en una fase de estabilización definitiva, hasta que en 1914 se declaró la Gran Guerra.»*

Entre los aficionados de los años previos al conflicto armado que realizaron experiencias de transmisión y que al correr el tiempo alcanzaron gran prestigio, cabe citar en Barcelona a Alfonso Estublier, mucho después operador de la estación EAR-31; en Madrid a Fernando Castaño Escalante, quien más tarde trabajó en su estación con los indicativos EAR-2, EA4FC y EA4CK; y en Santiago de Compostela a José Blanco Novo que en 1925 fue adjudicatario del indicativo EAR-28.

Ante el interés despertado en nuestro país por este medio de comunicación, casi desconocido en el ámbito oficial y capaz de ocasionar imprevisibles consecuencias, el Gobierno de la nación publicó el sábado 25 de enero de 1908 un Real Decreto aprobando las «Bases y Reglamento del servicio radiotelegráfico, cuya implantación en España está autorizada por la Ley de 26 de Octubre último». El Artículo 8.º de las referidas Bases para el establecimiento en España del servicio radiotelegráfico, estableció concretamente que «No podrá concederse el establecimiento de estaciones radiotelegráficas de ninguna clase a ningún particular, Corporación o Sociedad extranjera». De esta forma, y a diferencia de otros países, se impidió por vez primera en España el desarrollo de la radioafición cuando sobre la tierra continuó tejiéndose la invisible red sin hilos de las comunicaciones inalámbricas.

Las señales horarias emitidas desde la torre Eiffel en ondas amortiguadas pronto fueron el objetivo de muchos *sinhilistas* de toda Europa que se esforzaron por escucharlas con sus aparatos de galena. Aquí en España, concretamente en Almería, inicialmente se dedicaron a ello José María de la Puente, quien más tarde llegó a alcanzar el título de ingeniero y tener sus propios indicativos EAR-168 y EA4AZ; y Domingo Liria, años después adjudicatario del distintivo EAR-64. En La Coruña, Luis Varela, EAR-48 y EA1AF, también captó a la estación parisina; en Almansa lo hizo Carlos Salvador Salcedo, EAR-36; en Zaragoza puso en ello toda su ilusión quien tiempo después fue secretario de la Universidad y operador de la estación EAR-9, Carlos Sánchez Peguero; etc.



La inclusión de una rejilla por Lee de Forest en 1906 entre ánodo y cátodo de un tubo de vacío, proporcionó grandes avances al desarrollo de las «ciencias radioeléctricas». Por tal motivo, aquellos llamados «audiones» fueron considerados como «la verdadera lámpara de Aladino»



Agustín Riu, operador de la estación receptora de onda corta E-035, fue uno de los personajes que más extendió el conocimiento de la radio-técnica a través de los numerosos libros que publicó en los años 1920 y 1930



Cuando los aficionados a la emisión se sirvieron de «estaciones de chispa» en las primeras décadas del siglo XX, Luis Cirera Terré logró desde Sarrià (Barcelona) comunicar con Valencia operando su estación «LCT»



Esta torre de 24 metros de altura y un metro cuadrado en la base, sobre la superficie de la terraza de Luis Cirera, permitió a la estación LCT comunicar «en chispa» con Valencia durante 1911

## 1911 - Comunicación amateur entre Barcelona y Valencia

Quizás el más importante pionero de la radioafición en nuestro país por aquella época fue el entonces operador de la estación LCT, cuyas letras, sin adjudicación administrativa alguna, correspondieron a las propias iniciales del médico barcelonés Luis Cirera y Terré, posteriormente EAR-106 y EA3AT. Recordando éste en 1929 aquel tiempo escribió:

«Cuando el éter estaba tranquilo y eran muy pocas las estaciones radiotelegráficas, un alambrado de tender la ropa, aislado, en una torre de la calle Esperanza, de Sarrià, conducía las ondas y las tempestades a un cohesor. Surgieron estaciones, y en 1911, y no sin trabajos se levantó una magnífica antena de una sola pieza. Tenía la antena 24 metros de altura sobre el terrado y un metro cuadrado en la base, sujeta por mampostería afirmada en una pared lateral y con dos juegos de vientos. El equipo transmisor constaba de transformador de 10.000 voltios y 50 periodos, fabricación casera; unos condensadores, estallador de chispa a motor, que hacía la chispa musical, y resonador Oudin. Que salía, más o menos, en 400-600 metros de Q.R.H. (longitud de onda) ¡¡Hi!!

»Recuerdo los QSO's (comunicaciones bilaterales) Sarrià-Barcelona con Javier Canals (q.e.p.d.) —que tenía una instalación similar, aunque con una antena de menor altura en la calle Caspe núm. 36— y los OM's (aficionados) conocidos de la época: Guillén García, Roca, Masanet, Castilla, Noble y Escolá. El DX (comunicación distante) más agradable en galena Sarrià-Valencia sin QRM's (interferencias) ni QRN's (ruidos de estáticos)... ¡¡Hi!! ¡La torre Eiffel a pequeña velocidad!, experiencias, pruebas en fonía... ¡Hi!.»

Cuando los experimentadores construyeron las resistencias con trazos de lápiz o tinta china sobre cartulina; los condensadores con «papel de chocolate», al estar éste entonces envuelto en papel de estaño, y los condensadores variables con láminas de cobre y dieléctrico de cristal (placas fotográficas), la mayoría de los aficionados citados por Luis Cirera decidieron integrarse en el terreno profesional de las comunicaciones al igual que lo hizo el valenciano Enrique Valor, tiempo después adjudicatario de los indicativos EAR-4 y EA5AA, quien tras asistir a clases nocturnas consiguió la plaza de jefe de la estación radiotelegráfica del vapor *Antonio Lázaro*.

Ante las enormes interferencias que causaron los *sinhilistas* americanos con sus estaciones de chispa a los servicios oficiales de comunicación, la Radio Act de 1912 les desterró a las ondas inferiores a los 200 metros al considerar los grandes técnicos de las ciencias radioeléctricas que las ondas cortas no servían absolutamente para nada.

A medida que transcurrieron los años 1912 y 1913 los experimentadores lograron encontrar en aquellas altísimas frecuencias para la época el modo de alargar las distancias. Pasaron inicialmente de sus encuentros locales a las comunicaciones DX de 500 millas, consiguiendo en circunstancias especiales alcances de hasta 1.000 millas. A pesar de ello, en ocasiones, para que un mensaje llegara a un destinatario determinado que se encontraba a gran distancia, debía ser repetido en forma de «cadena». Sobre la base de este hecho, el operador de la estación 1AW, Iram Percy Maxim, decidió organizar a los aficionados americanos sobre el sistema de transmisión en forma de relé y, tras someter y aprobarse su propuesta en una asamblea del radioclub local, fundó la que continúa siendo la asociación mundial más importante de todos los tiempos, la ARRL —American Radio Relay League—.

## Los aficionados durante la Primera Guerra Mundial

Al declararse la Primera Guerra Mundial en 1914, existieron más de seis mil aficionados en los Estados Unidos y casi cuatro mil de ellos sirvieron en las fuerzas armadas aportando sus conocimientos sobre telecomunicación. La radioafición se desautorizó a lo largo de dos años y medio y estuvo a punto de verse prohibida indefinidamente. No obstante, los *sinhilistas* norteamericanos comenzaron a interesarse por conocer si había experimentadores en los países del otro lado del Atlántico con los que quizás sería posible llegar a encontrarse algún día en los 200 metros. La esperada respuesta de la vieja Europa la obtuvieron en marzo de 1914 cuando fue publicada la relación de los 280 operadores de emisoras de aficionado del Reino Unido.

Entretanto en España la afición a la Telegrafía Sin Hilos siguió propagándose muy lentamente debido a los continuos impedimentos por parte de la Administración. No obstante, a pesar de haberse declarado el Gobierno neutral en la Gran Guerra, hoy aún encontramos testimonios de *sinhilistas* de distintos puntos de nuestra geografía que años después contaron sus propias anécdotas. A este respecto, Ocejo, en Burgos, fue señalado como uno de los primeros probables espías al tener en su casa «un gatuperio de hilos y pértigas que recogían del aire misteriosos cabalísticos signos». Al considerar en Gijón también espía a Rafael de San Juan, años después EAR-126 y EA1AN, se llegó a intentar hasta el allanamiento de morada con el consiguiente registro domiciliario. Probablemente fue a este experimentador a quien le hicieron silenciar su formidable bobina cuyos enormes chispazos le permitieron la comunicación con los barcos. En otro punto de la Península, Almería, José Romero Balmás, posteriormente EAR-44 y EA7AB, se vio obligado a arriar su antena por orden gubernativa en el año 1916 quedando así en suspenso su afición favorita. A la vista de tales circunstancias igualmente en Barcelona, Luis Cirera, operador en Sarrià de la referida estación L.C.T. y más tarde EAR-106, en su visita al Gobernador, éste le hizo ver la conveniencia de que suprimiese los trabajos voluntariamente.

Asimismo por entonces, cuando «la chispa y la galena eran tenidos como algo sobrehumano y misterioso, imposible de mejorar», otros aficionados prestaron servicios a bordo de diferentes embarcaciones. Uno de ellos, el valenciano Lorenzo Navarro, quien años más tarde sería operador de las estaciones EAR-38 y EA5AF, nos dejó el siguiente testimonio:

*«La cabina donde se encerraban los aparatos daba la sensación de un enigma, semejante a cualquiera de las fantásticas creaciones de Julio Verne, y el zumbido ronco de la Torre Eiffel gobernando el mundo con sus señales horarias era escuchado con religioso silencio».*

Poco tiempo después de crear Antonio Castilla en 1916 la Compañía Ibérica de Telecomunicación junto a varios emprendedores, con la finalidad de dedicarse a la construcción de válvulas y equipos de comunicaciones con las patentes americanas que la entidad había adquirido a su maestro norteamericano, el doctor De Forest, surgió en Almería el primer radioclub local del que existe referencia en nuestro país, el Radio Club Marconi, creado por un grupo de entusiastas *sinhilistas* para experimentar sobre la materia. Por entonces, 1917, el más innovador y atrevido de todos ellos, el barnizador Modesto Moreno, construía y montaba en su taller aparatos de una sola lámpara.

Al parecer, las experiencias llevadas a cabo discretamente por algunos aficionados, así como cualquier otra idea que pudo surgir a distinto nivel con la finalidad de crear, establecer o prestar ciertos servicios de radiocomunicación, continuaron sin agrandar a los gobernantes y, como consecuencia de ello, el Real Decreto de 8 de febrero de 1917, publicado en la *Gaceta de Madrid* (lo que es hoy día el *Boletín Oficial del Estado*), incluyó una vez más serias llamadas de atención:

*«Las estaciones clandestinas serán desmontadas inmediatamente después de ser descubiertas y sus dueños perderán los aparatos, incautándose de ellos la Dirección General [...] En las mismas responsabilidades incurrirá el dueño de un edificio o jefe de establecimiento, sociedad o colectividad en cuyos locales o dependencias estuviere instalada o se instale con su conocimiento».*

A pesar de tal prohibición, otros aficionados no sólo continuaron con sus experiencias sino que las hicieron públicas. Esto fue lo sucedido concretamente en Guadalajara tras captar hacia 1917 Luciano García, años después EAR-11 y EA4AC, el anuncio emitido por la Torre Eiffel de que probarían en días sucesivos un equipo de fonía con palabra y música. Fruto de tal acontecimiento que puso en conocimiento de muchos amigos, acudieron a escuchar las pruebas el «Gobernador, Alcalde, Concejales, Diputados, médicos, abogados, amigos de la infancia... ¡Menudo entusiasmo reinaba en cada reunión!».

## Los equipos de válvulas

La utilización al azar de válvulas termiónicas para recepción y transmisión durante la Gran Guerra despertó el interés de los aficionados americanos, quienes las adoptaron inmediatamente en la construcción de sus nuevos equipos con los que habrían de trabajar en longitudes de onda inferiores a los 200 metros. Las distancias en sus comunicaciones aumentaron rápida-



Uno de los pioneros más importantes de la radioafición valenciana fue Lorenzo Navarro, cuya actividad la desarrolló durante varias décadas a bordo de sus estaciones EAR-38 y EA5AF



Tras las sesiones públicas realizadas en Guadalajara por Luciano García para recibir por radio-telefonía las emisiones puestas en antena desde la Torre Eiffel, tal aficionado llegó a emitir los primeros «radio-conciertos» para la ciudad alcarreña, previamente a identificar sus señales en la onda corta como EAR-11 y EA4AC



La actividad llevada a cabo por el madrileño Francisco Roldán desde 1925 tras concederle los indicativos EAR-10 y EA4AB, fue decisiva no sólo en la evolución de los acontecimientos sociales de la radioafición española, sino también para la formación técnica de los aficionados con numerosas publicaciones



Las continuas experiencias de Jenaro Ruiz de Arcaute en Tolosa, reduciendo la longitud de onda en sus pruebas de emisión, le permitieron finalmente ser el segundo español en lograr la comunicación bilateral con América cuando en 1924 le adjudicaron su distintivo EAR-6, previo al EA2BJ

mente y, así, en poco tiempo, les fue posible cruzar los Estados Unidos de costa a costa sin estaciones intermedias o relés como lo hicieron hasta entonces. Con todos los avances, los experimentadores vieron cada vez más cerca el día soñado en el que podrían conseguir las primeras comunicaciones con sus colegas europeos del otro lado del Atlántico e igualmente con los asiáticos en el extremo opuesto del Pacífico.

En España, a lo largo de los años de posguerra en los que fueron sucediéndose los éxitos de Antonio Castilla al frente de la Compañía Ibérica de Telecomunicación, hay constancia documental del surgimiento de más y más *sinhilistas* en diferentes puntos de nuestra geografía a pesar de las limitaciones gubernativas.

Según Agustín Riu, años después operador de la estación receptora de aficionado de onda corta E-035:

*«Es durante aquellos cuatro años que se hicieron todas las pruebas que se pueden llegar a imaginar, hechas principalmente por la oficialidad de las naciones beligerantes; el circuito simétrico, [...], los circuitos osciladores de Hartley, Meissner y Colpitt, [...] la válvula electrónica, la radiotelefonía, el circuito neutrodino, el amplificador de radiofrecuencia; en fin, toda la radio se creó durante la guerra; quizás del balance de aquella hecatombe, sin precedentes en la historia de la Humanidad, la radio es lo único que se creó útil. [...]*

*«Aquella época [...] era deliciosa, no pasábamos un mes sin que las revistas especializadas no nos publicasen algo sensacional, y tantas eran las cosas, que apenas teníamos tiempo de probarlas; todos aquellos que hemos vivido aquellos momentos de crecimiento de la radio moderna, recordamos con grata satisfacción el periodo 1918-1925. Se vivían momentos de intensa emoción».*

Como consecuencia de ello, algunos aficionados comenzaron a abandonar sus *chisperos* y evolucionaron a los equipos de válvulas. Éste, por ejemplo, fue el caso de Jenaro Ruiz de Arcaute, en Tolosa (Guipúzcoa), tiempo después EAR-6 y EA2BJ, quien adquirió una lámpara de recepción a la Ibérica de Telecomunicación con la finalidad de establecer la comunicación entre su casa y la fábrica situada a 2 km de distancia.

Mayores logros fueron los conseguidos por el artillero madrileño Francisco Roldán, más tarde EAR-10 y EA4AB, tal y como él mismo relata:

*«Terminada la carrera, y destinado a África, apenas salido de la Academia (año 1920), construí el primer emisor de lámparas para telegrafía y telefonía, logrando entonces comunicar con el exterior, España y extranjero, a pesar de los escasísimos emisores que había por entonces».*

Con independencia de los libros que comenzaron a llegar a nuestro país desde Europa y América brindando valiosa ayuda a los experimentadores, los *sinhilistas* españoles consiguieron poner sus señales en el éter con tremendas dificultades:

*«Era difícilísimo encontrar material para hacerse aparatos y había que construirse todo o casi todo. Las fuentes de alimentación por aquellas fechas eran pilas secas de 110 voltios y unos pocos miliamperios de capacidad de carga, hasta que encontramos el procedimiento de hacer baterías de acumuladores de formación natural con tubos de ensayo de laboratorios de química (grandes), etcétera. ¡Una odisea encantadora! Comunicar con el vecino causaba más sensación que comunicar hoy con los antípodas».*

Uno de nuestros pioneros más avanzados en la emisión, el citado Jenaro Ruiz de Arcaute, con posterioridad EAR-6 y EA2BJ, nos dejó el siguiente testimonio:

*«Empleé el reversed feed back primero en 1.500 metros, más tarde en 300 o 400; pero el éxito fue indeciso hasta que hallé un corresponsal, profesor de Física en un colegio de Ibarra (2 km).*

*«Ya con él pude en poco tiempo poner a punto los aparatos y conseguí bajar a 200 metros y modular perfectamente la palabra al final del año 21.*

*«Todo esto en el mayor secreto, pues entonces el ocuparse de la Radio era aún considerado un crimen.*

*«En esta época empleé corriente continua de pilas secas y alterna rectificada con lámparas de recepción y filtrada».*

Contagiado por las experiencias del aficionado guipuzcoano, su gran amigo en Madrid, Fernando Castaño, tiempo después EAR-2 y EA4CK, utilizó el mismo circuito emisor que el empleado inicialmente en 2.800 metros, pero reduciendo su longitud de onda a los 1.600 para

comunicar con los operadores de la estación radiotelegráfica oficial de Carabanchel, ECG. Animado por tal éxito, decidió montar un transmisor igual dotándole de seis lámparas receptoras Castilla en paralelo y 370 voltios en placa —250 v. de la red más 150 v. en pilas secas—, poniéndole la modulación en malla. Una vez en funcionamiento, Castaño se trasladó a 60 km, al Alto del León, con un receptor inglés de cuatro lámparas y una antena portátil. La voz la recibió fuerte con claridad.

## 1921 - El gran sueño de los aficionados: cruzar el Atlántico en Onda Corta

En los países más avanzados tecnológicamente los aficionados carecieron de las estrictas limitaciones españolas y por ello, en los Estados Unidos, la American Radio Relay League decidió en 1921 comprobar las posibilidades de las comunicaciones en onda corta a través del Atlántico. Tras un fracaso inicial, que los Norteamericanos consideraron fue debido a los malos receptores empleados por los *sinhilistas* europeos, la Liga decidió comisionar en septiembre al operador de la estación 2XE, Paul F. Godley, para que viajase al Viejo Continente equipado con los equipos de recepción más sofisticados del momento: un *Armstrong* de diez válvulas «supersónico heterodino» y otros receptores de reacción prohibidos en Inglaterra. Así, durante el *Transatlantic Test*, anunciado con la finalidad de fomentar el interés por el salto del Atlántico, cerca de la medianoche del miércoles 7 de diciembre de 1921, Godley finalmente escuchó lo que hasta entonces pareció imposible y solamente fruto de los reiterados sueños de muchos aficionados: recibir en Europa una transmisión en chispa con un indicativo americano, en una longitud de onda de 270 metros.

Tan memorable evento se logró con un equipo de onda continua que costó menos de mil dólares y cuya potencia emitida en onda corta fue inferior a un kilovatio. De inmediato, la difusión de este exitoso experimento captó ciertamente la atención de intereses comerciales que hasta entonces vinieron gastando millones de dólares en equipos de alta potencia, en onda larga, para lograr en la práctica tan idéntico fin.

Mientras, en Almería, varios componentes del Radio Club Marconi decidieron hacer iguales aportaciones económicas para construir en las Navidades de 1921 una emisora de 3 vatios, en la banda de 150 metros, con la que transmitieron entre las veinte y veinticuatro horas. La estación fue escuchada con aparatos de galena.

Ignorando posiblemente en la capital andaluza el logro trasatlántico, en enero de 1922 los miembros del Radio Club Marconi consiguieron un acontecimiento de especial relevancia al comunicar bilateralmente con la estación que desplazaron hasta Alhama de Almería, distante a casi 30 km.

Meses después, en abril de 1922 fue cuando quedó constituida en Barcelona una sociedad con los fines propios de cualquier otra basada en los principios de la radioafición. Sus promotores la denominaron Asociación Radiotelegráfica de Cataluña y entre sus fundadores, además del entusiasta experimentador y licenciado en Ciencias por la Universidad de la Sorbona, José María de Guillén García, también estuvieron Rosendo Sagrera, tiempo después EAR-60 y EA3AK, el Dr. Enrique Calvet y Esteva Marata. El gran interés de todos ellos por promocionar la Telegrafía Sin Hilos hizo que pronto no sólo se organizaran cursillos de electricidad elemental y de electrotecnia en la nueva asociación, sino también clases de Morse.

## 1922 - El Radio Club de España

En las reuniones semiclandestinas que comenzaron a unir a los aficionados por toda España, y concretamente en las de Madrid, surgió la idea de crear una organización que agrupase a todos ellos. Los trabajos alentados por los más encariñados con el proyecto, los hermanos De la Riva, dieron finalmente su fruto y así, el domingo 1 de octubre de 1922, tuvo lugar en la Escuela Industrial de Madrid el acto fundacional del Radio Club de España en cuya directiva, presidida por el ingeniero de Telecomunicación Rufino de Gea, también ocuparon cargos el citado Fernando Castaño, tiempo después operador de las estaciones EAR-2 y EA4CK, y Adol-



El anuncio de las primeras pruebas transatlánticas impulsadas por los aficionados estadounidenses en su revista QST de diciembre de 1921, aumentó las esperanzas de realizar el gran sueño de americanos y europeos para unir sin hilos sus propios continentes en las ondas cortas

Entre los impulsores madrileños de la T.S.H. (Telefonía Sin Hilos) a partir de 1922, es obligado destacar a los hermanos De la Riva por fomentar la creación del Radio Club de España aquel mismo año, e iniciar en 1923 las emisiones de Radiodifusión desde su propia estación experimental Radio Ibérica

fo y Carlos de la Riva. Todos ellos pronto prepararon en el Club la recepción de los primeros *radio-conciertos*, y cuando la emisión tuvo carácter extraordinario por su origen o contenido, procedieron a la instalación de un *alta-voz* en los balcones de la sede social para que todo aquel que pasase por la calle pudiese escuchar la música radiada. También el RCE organizó ciclos de conferencias y la instalación de aparatos.



En diciembre de 1922 fueron convocadas de nuevo en los Estados Unidos las pruebas transatlánticas y en ellas se consiguió escuchar finalmente a dos estaciones de amateur europeas: la 5WS, 5 Wireless Society, de Londres, y la francesa 8AB de Léon Deloy, en Niza, sin llegar a lograrse la comunicación bilateral entre el Nuevo y el Viejo Continente.

Al conocerse los recientes logros conseguidos por los aficionados con sus pequeñas emisoras de onda corta, las más importantes compañías de TSH se pusieron sin demora a estudiar el fenómeno con la finalidad de aprovecharlo para sus comunicaciones comerciales.

La primera reunión pública de los socios del Radio Club de España tuvo lugar en la memorable Nochevieja de 1922 en la que los afortunados *sinhilistas* madrileños pudieron tomar las clásicas uvas oyendo las doce campanadas a través de *alta-vozes*. Bastó la nueva audición dada el día de Reyes de 1923 en los salones del RCE para apreciar el considerable número de *radioistas* que ganó el Club en corto tiempo y también la favorable acogida que dispensó el público de Madrid a la nueva entidad.

Poco después, se disolvió en Barcelona la Asociación Radiotelegráfica de Cataluña y algunos de sus componentes se integraron en el recién nacido Radio Club de Cataluña fundado por el profesor de Física General de la Universidad de Barcelona José Baltá, más tarde EAR-54, junto a Enrique Calvet, Francisco Espinosa, Alfonso Estublier, años después operador de la estación amateur EAR-31, y otros experimentadores. Tras la constitución del Radio Club de Cataluña las antenas comenzaron a multiplicarse en la región con la finalidad de poder recibir con lámparas, los aficionados *lampistas*, las escasas audiciones de entonces. Por el contrario, los habitantes de la campiña, la montaña y localidades del norte de España con menor contaminación radioeléctrica, trataron de repetir con su receptor de galena las experiencias de los aficionados *galenistas* del sur de Francia mediante las que consiguieron escuchar a París y Londres.

También, durante aquellos primeros meses de 1923 la American Radio Relay League patrocinó en los Estados Unidos unas pruebas en longitudes de onda inferiores a 90 metros que finalizaron con pleno éxito, y con las que se llegó a la conclusión de que a medida que se reducía la longitud de onda los resultados eran mejores. En vista de ello, el operador de la francesa 8AB, Léon Deloy, trabajó con el titular de la estación británica 2OD, Ernest J. Simmonds, para preparar unas pruebas con la ARRL en las que acordaron cómo escuchar las señales emitidas desde ambos continentes.

Mientras, en España, a la vista de la situación de inmovilismo en el tema de TSH, Luis María de Palacio y de Velasco, destacado miembro del RCE y padre de uno de los más prestigiosos aficionados de la segunda mitad del siglo XX, Luis María de Palacio y de Palacio, EA4DY, hizo el siguiente comentario:

«A qué se debe este fenómeno desconsolador en lo que a nosotros atañe? ¿A falta de preparación? ¿A un grado inferior de capacidad espiritual? ¿A nuestra idiosincrasia? En nuestro modo de pensar a nada de ello; única y exclusivamente a nuestra organización oficial de poltrona y balduque. A falta de iniciación progresiva en nuestros gobernantes de todas categorías, a su carencia de dinamismo, a la creencia absurda, de todos los aquí llamados a ayudar a empujar el carro de la civilización, de que ocupan un puesto, no para desarrollar planes nuevos y perfeccionar cosas anticuadas, sino para esperar a que el tiempo obre el milagro, triste por cierto, del ascenso por defunción o del escalamiento por adulación, sin reparar en que convierten en gusanero lo que debía ser colmena».



Cuando en 1923 se presionó desde el Radio Club de España al Gobierno de la nación para que pudieran verse autorizadas las estaciones privadas mediante una Orden ministerial, Luis María de Palacio y de Velasco fue uno de los personajes que más luchó para lograrlo

La actividad en aquel año de Matías Balsera emitiendo aislados *radio-conciertos* desde el Palacio de Comunicaciones inaugurado en 1919, unida a la de Antonio Castilla, al frente de la popularmente llamada *Telibérica*, y al trabajo de numerosos aficionados a través del Radio Club de Cataluña y el Radio Club de España, hicieron que finalmente el 27 de febrero de 1923 se publicase un Real Decreto anulando las disposiciones legales anteriores. Con él ya empezaron a establecerse las bases de la radio española y en su Capítulo V quedaron contemplados los aficionados.

## 1923 - Radio Ibérica, un comienzo amateur

Mientras que la representación del RCE estuvo realizando gestiones con el ministro de la Gobernación, uno de los más destacados aficionados de la época, Carlos de la Riva, consideró que si él ponía en el aire sus propias señales de radio, los clientes que le comprasen los receptores que fabricaban en el pequeño taller de Alcalá 69 tendrían una estación más a la que poder escuchar. Así es que sobre esta idea diseñó, construyó e instaló un transmisor de 25 vatios con excelente modulación y sistema radiante, y con él dio comienzo casi a diario a unas emisiones realizadas a última hora de la tarde en las que se escucharon programas hablados y discos gramofónicos. Cuando el número de *escuchófilos* fue ya considerable, se recibió en el taller una Orden de la Dirección General de Correos y Telégrafos anunciando a De la Riva que se procedería a la clausura de la estación por falta de autorización expresa y también como consecuencia de las interferencias que producía su equipo emisor a la estación próxima situada en el Palacio de Comunicaciones.

El sábado 26 de mayo de 1923, un mes después del plazo inicialmente fijado, el ministro de la Gobernación firmó el *Reglamento para establecimiento y régimen de Estaciones radioeléctricas particulares, con arreglo a las prescripciones contenidas en el Real Decreto de 27 de febrero de 1923*. Según las primeras líneas de la Real Orden, éste tendría carácter provisional y sus disposiciones no serían efectivas hasta que se aprobase el Reglamento definitivo. Para ello, tras su publicación se abrió un nuevo periodo de dos meses a fin de «recibir las observaciones de personas o entidades peritas en la materia».

Entretanto, «el número de aficionados aumenta de día en día, y las instalaciones clandestinas empiezan a propagarse», según escribió Manuel Marín en 1923. Además de los nuevos *galenistas* y *lampistas* que fueron surgiendo por todo el territorio del Estado, algunos experimentadores en el campo de la emisión también pusieron sus señales en el *éter* con circuitos de la época tales como el Reversed Feed Back, empleado por José Blanco Novo, más tarde EAR-28. Pero las emisiones de *radio-conciertos* por parte de los aficionados operando sus estaciones no sólo tuvieron lugar en Santiago de Compostela, pues en Alcoy (Alicante), Vicente Albors, quien más tarde sería EAR-99 y EA5AO, también llevó a cabo experiencias similares.

A mediados de 1923 quedaron fusionadas la Sociedad de Radiotelefonía Española y la Compañía Ibérica de Telecomunicación en la nueva entidad Radio Ibérica, SA, cuya dirección técnica se encargó a Carlos y a Adolfo de la Riva. Así, ambos hermanos comenzaron a emitir los programas de Radio Ibérica desde el n.º 18 del Paseo del Rey con una nueva estación de medio kilovatio diseñada por ellos mismos, amparada por el Estado. De este modo, se recibieron las fuertes señales sin problema alguno en los receptores de galena madrileños y también por otros de válvulas pertenecientes a *lampistas* de Barcelona, Valencia, Zaragoza, Bilbao, San Sebastián, Sevilla y diferentes capitales.



Ante el interés despertado por la radiotelefonía en 1923, durante el verano se puso a la venta la primera edición de *Radio Sport* (*La revista de radio más antigua de España*), fundada en Madrid por el aficionado Emilio Cañete, a quien años después le fue adjudicado a su estación el indicativo EAR-3. Igual-



Las emisiones experimentales de los hermanos De la Riva comenzaron a efectuarlas desde su propia fábrica de receptores, Radio Ibérica, tratando de promocionar la venta de sus «aparatos de radio»

La edición de *Radio Sport* durante el verano de 1923 por parte de Emilio Cañete, años después adjudicatario del distintivo EAR-3 para su estación de aficionado, hizo que se convirtiera tal publicación en «La revista de radio más antigua de España»



Paralelamente al inicio de la comercialización de Radio Sport para los aficionados, el Radio Club de España comenzó a difundir entre sus socios el órgano oficial, la revista *Tele-Radio*

mente por entonces, en Barcelona, José María de Guillén García fundó la revista *Radiosola* junto al impresor, y también aficionado a la TSH, Eduardo Sola.

Coincidiendo en el tiempo con la aparición de *Radio Sport*, en julio de 1923 vio también la luz el primer número del *Órgano Oficial del Radio Club de España*, la revista *Tele-Radio*, que, con buena presentación, numerosos anuncios y dirigida por Luis María de Palacio y de Velasco, ofreció a sus lectores unos interesantes artículos ilustrados con esquemas y fotografías, que fueron firmados por grandes aficionados como el propio De Palacio, Fernando Castaño, después EAR-2 y EA4CK, etc., alternándose con otros escritos por las prestigiosas plumas de Matías Balsera, Carlos de la Riva y Adolfo de la Riva.

El RCE fue realmente quien luchó con mayor fuerza y dureza para el establecimiento de la radio en España y, con la finalidad de lograrlo, mantuvo una activa campaña en defensa de los aficionados. El lugar de reunión habitual en Madrid de los *radiohurgas* de entonces fue el establecimiento de la *Viuda e hijos de Igartúa*, situado en el número 39 de la calle Montera, y allí Carlos Igartúa llegó a operar años después de sus comienzos con los indicativos EAR-57 y EA4AJ.

La presión ejercida ante el Gobierno durante el correr de los meses, no sólo por el RCE sino también por los columnistas de TSH en los periódicos de la época, antes y después del comienzo de la Dictadura de Primo de Rivera en septiembre de 1923, hizo que las disposiciones absurdas de la Dirección General de Comunicaciones pusieran en trance de muerte lo poco que se hubo conseguido hasta entonces en el tema de TSH. No obstante, se convocó la Conferencia Nacional de Telegrafía sin Hilos con la finalidad de encargarse del estudio de la radiocomunicación en España y proponer las normas reguladoras de sus diversos aspectos.

## 1923 - La realización del sueño de los aficionados: la conquista del Atlántico

El conocimiento por parte del Jefe de Telégrafos de Tolosa de las emisiones realizadas por Jenaro Ruiz de Arcaute tras el golpe de Estado de 1923, con su estación identificada provisionalmente como 3XZ, obligó a que el aficionado guipuzcoano tuviera que abandonar sus experiencias

Mientras que algunos experimentadores desmontaron de inmediato su instalación tras el golpe de Estado, Jenaro Ruiz de Arcaute, tiempo después EAR-6 y EA2BJ, consiguió ser escuchado con 20 vatios en Madrid y Palencia identificando sus llamadas en 200 metros con el distintivo 3XZ. La recepción de los telegramas notificándole tal éxito, hizo que al leerlos el Jefe de Telégrafos de Tolosa le obligase a suspender sus emisiones. Quienes no debieron tener tal inconveniente fueron los aficionados de Reus (Tarragona), Francisco Balsells i Sabater, más tarde operador de la estación EAR-63 y EA3AM, y Juan P. Díaz i Galcerán, futuro EAR-5, pues el 1 de noviembre de aquel año recibieron la respuesta a su llamada radiotelegráfica con el distintivo 7BD, 7 Balsells Díaz, del operador belga de la estación B-7.



En noviembre de 1923 igualmente tuvieron lugar dos grandes acontecimientos en la historia mundial de las radiocomunicaciones. El día 26, el Océano Pacífico fue cruzado en onda corta de costa a costa por la estación de aficionado 7HG, en Tacoma (Washington) y la JUPU de Tokio, en Japón. Dos días después, en el otro lado del mundo también se hizo realidad el gran sueño de los amateurs europeos gracias al empeño que puso en ello León Deloy, de Niza, pues finalmente el miércoles 28 de noviembre, la francesa 8AB llevó a cabo la primera comunicación bilateral sobre el Atlántico Norte, con la IMO de Fred H. Schnell, en West Hartford, estado norteamericano de Connecticut.

Tan importantes hazañas, protagonizadas por simples aficionados, hicieron desterrar totalmente las teorías de los grandes especialistas de las ondas largas y se difundieron por los cinco continentes dando así comienzo a la *era de las ondas cortas* en la historia de las telecomunicaciones. La inmediata consecuencia del logro amateur fue la continua invasión que sufrió a partir de entonces esta gran zona del espectro radioeléctrico donde aún se vienen realizando



masivamente todo tipo de comunicaciones alrededor del mundo sin necesidad alguna de estaciones repetidoras.

Los ecos llegados a España acerca de los primeros encuentros sobre el Atlántico por los aficionados empleando potencias irrisorias en cien metros aproximadamente, cuando tales alcances hubieron sido permisibles a estaciones potentísimas de 50 y 100 kilovatios en las ondas largas, se siguieron con creciente interés por profesionales del Ejército, Cuerpo de Telégrafos y numerosos *sinhilistas*. Mientras, el Radio Club de España continuó fomentando la afición a la TSH y para ello convocó entre los *radioistas* un concurso con la finalidad de premiar el aparato con el que mejor se escuchasen las estaciones de *broadcasting* inglesas el día señalado, empleando en todos los receptores la misma antena y toma de tierra.

Cuando fue creada la Junta Técnica e Inspectoría de Radiocomunicación y convocada la Conferencia Nacional de TSH, la madrileña Radio Ibérica retransmitió por vez primera el sorteo navideño de la Lotería Nacional. A fin de escuchar muchos *escuchófilos* los números de la suerte utilizaron como *colector de ondas*, además de la clásica antena de cuadro, la «línea de la luz» o los «hilos del teléfono», y pincharon reiteradamente sus «galenas» hasta que encontraron el «punto sensible» que les permitió la audición empleando como sistema de tierra las «cañerías de agua», al ser entonces de plomo las conducciones de la red de distribución. Los *lampistas*, con más experiencia y manejando con extremo cuidado sus *aparatos de reacción* para evitar la oscilación del circuito, no sólo fueron descubriendo los programas puestos en antena por las radiodifusoras europeas y americanas, sino también las señales radiotelegráficas de los aficionados emitidas al *éter* desde ambos lados del océano.

Si durante la noche del 29 de enero de 1924 Francisco Balsells i Sabater y Juan P. Díaz i Galcerán, futuros adjudicatarios de los indicativos EAR-63 y EAR-5, dejaron boquiabierto al público de Reus con la demostración colectiva de recepción radioeléctrica que realizaron en el Teatro Bartrina, mayor impacto social causó durante la noche siguiente a los *escuchadores* de toda España las palabras dirigidas por el Vicepresidente primero del RCE, el conde de Alba de Yeltes, ante los micrófonos de la BBC de Londres.

Con miras a ver permitida en nuestro país la emisión dentro del campo de la experimentación, algunos de los más destacados aficionados de la época que estuvieron al corriente de lo legislado en otros países en el tema de radiocomunicación, asumieron la representación de clubs y peñas de sus provincias para cambiar impresiones con el Radio Club de España a fin de lograr que también fuese considerada su aportación en el Proyecto Nacional.

Testimonio de la unión que fue surgiendo entre los muchos aficionados de distinto tipo, lo encontramos precisamente en Barcelona donde comenzó a escindirse claramente la rama amateur para formar una nueva que dio amparo al mundo profesional. Fue el martes 19 de febrero de 1924 cuando se fundó la *Ràdio Associació de Catalunya* (Asociación Nacional de Radiodifusión-ANR) con la finalidad de reunir a los fabricantes, representantes y vendedores que se dedicaron a la construcción y venta de aparatos de TSH, y también con la de llegar a instalar en Barcelona una emisora de radiodifusión.

Entretanto, en Madrid, las emisiones de Radio Ibérica con las retransmisiones desde el Palacio Real, y también las que realizó la nueva estación central de la Marina de Guerra Española en la Ciudad Lineal, junto a las columnas especializadas de TSH en el diario *La Libertad* firmadas por Arturo Pérez Camarero bajo el seudónimo de *Micrófono*, hicieron que el comercio de radio tomase un rápido desarrollo. Ante la demanda de información sobre el tema por parte del aumento del número de *radiotelefonistas*, el periodista Miguel Moya Gastón de Iriarte, tiempo después EAR-1 y EA4AA, comenzó a publicar la sección de TSH en el periódico *El Sol* bajo el seudónimo *G.Rid*. A continuación, poco a poco los restantes diarios madrileños decidieron incluir también sus columnas especializadas sobre el tema.

Tal ferviente actividad, incrementada con el discurso del Presidente de la nación desde la estación de la Marina y ello unido al ciclo de conferencias sobre radiotelefonía que organizó el Radio Club de España, motivó un mayor interés popular por llegar, no sólo a escuchar las emisiones emitidas por el *éter*, sino también por adquirir un aparato con el que captar, aunque con dificultad, tales emisiones. Así, ante el montón de calificativos que se dieron a aquellos nove-



La «conferencia radiotelefónica» pronunciada por el conde Alba de Yeltes desde los micrófonos de la BBC de Londres en la noche del 30 de enero de 1924, hizo que aumentase en toda España la espectación por la Telefonía Sin Hilos, también conocida entonces como TSH



El furor que comenzó a desarrollarse entre la población por recibir con receptores de galena o lámparas las emisiones de Radio Ibérica y otras estaciones extranjeras, hizo aumentar de tal modo el número de «radioaficionados» que poco tiempo después a la escucha del *broadcasting* se la denominó «radiomanía»

les: *sinhilistas, galenistas, lampistas, radioístas, escuchófilos, escuchadores y radiotelefonistas*, Miguel Moya comentó en sus columnas de TSH que «Radio-aficionado, radio-escucha, escuchista (radiófilo, insinuaríamos nosotros), no son palabras definitivas, ni mucho menos». Cincuenta y cinco años después, la Real Academia incorporó la palabra RADIOAFICIONADO en el *Diccionario de la Lengua Española* y en la actualidad los calificativos de *oyentes* y *radioyentes*, empleados de manera tradicional en el mundo de la radiodifusión, están siendo compaginados en los últimos tiempos por el de *escuchantes*.

## 1924 - Emisiones tipo «broadcasting» por estaciones amateurs



Cuando en la primavera de 1924 todos los «radio-aficionados» esperaban con impaciencia la publicación de las disposiciones oficiales que autorizaran su actividad, Rafael Pacios Vera decidió poner diariamente en el «éter» algunos «radio-conciertos» destinados al público madrileño, desde su estación amateur 9RC

Una vez comenzadas las sesiones plenarias de la Conferencia Nacional de TSH el viernes 25 de abril de 1924 con los aportes que se hicieron al Proyecto Nacional, los trabajos que se realizaron en ella fueron una inyección de ánimo para todos los *radiófilos* cuando las llamadas *codornices*, o interferencias producidas por la oscilación de los circuitos al dejar encendida la *reacción* de los aparatos de válvulas durante la audición, comenzaron a convertirse en un verdadero suplicio para los *radio-escuchas* al aumentar el número de receptores mal manejados próximos entre sí. A fin de paliar tales *codornices*, el diario ABC del jueves 1 de mayo solicitó al Gobierno la decidida actuación para impedir la *propagación del mal*, en un comentario titulado «Medidas de orden para la radiodifusión».

El *virus* del que se habló con frecuencia entonces, causante del contagio de la radiotelefonía, extendió la enfermedad por los cuatro puntos cardinales convirtiéndola en una verdadera pandemia. Así, tras el Radio Club de Cataluña y Radio Club de España, surgieron el Radio Club de Aragón, el de Tarazona y otros muchos, que comenzaron a crearse continuamente por toda nuestra geografía, con la finalidad de recoger y orientar a los *radio-aficionados* que querían experimentar la recepción en todo tipo de ondas. Las *lámparas*, los *alta-vozes cuello de cisne*, las *bobinas nido de abeja*, los acumuladores y *rectificadores de corrientes alternas industriales* fueron algunos de los objetos que se exhibieron en los cada vez más numerosos escaparates de los comercios, acompañando a los nuevos aparatos de galena y de válvulas, fabricados en España y llegados del extranjero, que hicieron detenerse a numerosas personas interesadas en la escucha de los *radio-conciertos*.

Entonces, cuando en los últimos días de abril de 1924 Madrid se encontró privada de recibir a las estaciones locales, por haber reorganizado su programación la única habitual de ellas, «*la Ibérica*», para poder emitir como Radio Madrid bajo el patrocinio de la *radio-industria* y los *radio-comerciantes* madrileños, el bilbaíno aficionado a la emisión, Vicente G. Camba, más tarde EAR-4, realizó con éxito algunas tardes en la capital de España, ensayos de transmisión con la instalación que hizo en la Exposición de Educación Católica. Los varios conciertos de discos de gramófono que emitió desde ella, con 350 vatios en el circuito de alta frecuencia, se oyeron con galena en todo Madrid, los pueblos inmediatos de Alcorcón, Canillejas y Vallecas, y también en Villalba con un aparato de dos lámparas.

Poco después, en la noche del sábado 3 de mayo, Miguel Moya se desplazó a casa de otro *radio-aficionado* que posiblemente fue la de su amigo Rafael Pacios Vera, pues por entonces éste también salió al *éter* identificándose como «9RC» y varias décadas después le fue adjudicado en Valencia el distintivo oficial EA5LB para su estación de aficionado. Desde aquel domicilio que G. Rid no quiso desvelar y una vez que finalizaron los *radio-conciertos* ingleses, Moya se dirigió a los oyentes madrileños siendo oída su emisión perfectamente en todo Madrid con receptores de galena.

Con la inauguración de las emisiones de la nueva Radio Madrid el lunes 12 de mayo, presidida por Miguel Moya, el *virus radiomaniaco* continuó propagándose rápidamente entre la población española mientras que Pacios, todas las tardes y parte de la noche, continuó ofreciendo sus emisiones tipo *radio-difusión* con excelente modulación y gran intensidad de señal.

## 1924 - Autorización de la radio y radioafición en España

La fuerza con la que se inició el servicio de radiodifusión en Madrid aquel mes de mayo, fue potenciada con las nuevas publicaciones que sobre la materia comenzaron también a aparecer destinadas a los *radio-aficionados*. La primera de ellas fue *Radio-Ciencia Popular* que, dirigida por Mariano Potó, llegó a todos los interesados el sábado 17 de mayo.

La *enfermedad radiofónica*, difundida cada vez más ampliamente, motivó que el iniciador de todas las campañas de TSH, el popular diario madrileño *La Libertad*, convocase el domingo 18 de mayo una asamblea en el Circo Americano para constituir la Federación de Radio-aficionados Españoles, también conocida entonces como Federación Nacional de Radio-aficionados, Asociación Radio Española, o Asociación de Radioaficionados Españoles. Ante el nacimiento de la nueva entidad, la recién creada Radio Madrid se propuso ofrecerle los medios necesarios y el modo de conseguir su ideal: la instauración y el sostenimiento de la radiodifusión española sin privilegios ni exclusivas.

Cuando las emisiones de Radio Ibérica se alternaron con las de Radio Madrid y el periódico *La Libertad* concertó con la Ibérica la utilización de su estación para emitir también como Radio Libertad, el día 21 de mayo el aficionado argentino Carlos Braggio consiguió con su estación DA8 la comunicación radiotelegráfica con la *neozelandesa* 2AC operada por Iván O'Meara.

Días después, a partir de la noche del sábado del 31 de mayo y tras el concierto nocturno de Radio Ibérica, el ingeniero de minas Miguel Moya puso sus propias señales en el éter saludando a los *radiófilos* con las palabras ¡Hallo! ¡Hallo! Aquí la 1-RA Aquí la 1-R.A. de G. Rid. De este modo identificó a su estación de Radio Aficionado, 1-RA, a quien cabe considerar el padre de la radioafición en España, pues él la fomentó y con posterioridad la organizó.

Entonces, cuando se puso de moda el cuplé de la Radiotelefonía y los chistes sobre la TSH salpicaron frecuentemente las columnas de los periódicos incluyéndose además en éstos secciones *Radio-humorísticas*, en una de las cuales quedó recogida la pequeña y castiza parodia teatral *La antena del «Tulipa»*, la Conferencia Nacional de TSH consiguió aprobar el tan deseado Reglamento. Rápidamente, el aficionado a la emisión en la *onda extracorta* Fernando Castaño, futuro EAR-2, reinició sus abandonados ensayos de transmisión en telegrafía y onda continua con el distintivo provisional 3XY, emitiendo con un circuito *Hartley* que le proporcionó unos 90 vatios en la longitud de onda aproximada de 200 metros.

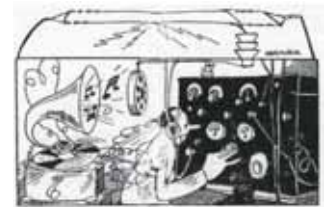
Así, en aquellas semanas en las que la fiebre de la radio invadió a la sociedad española llegando a alcanzar el grado de *enfermedad nacional*, conocida con el nombre de *radiomanía*, la *Gaceta de Madrid* publicó el domingo día 15 la Real Orden, de 14 de junio de 1924, sobre régimen de estaciones radioeléctricas particulares. El artículo 34 del Reglamento, contenido en el Capítulo II y correspondiente a las Estaciones transmisoras, estuvo íntegramente dedicado a las Estaciones de 5.ª categoría (aficionados).

## Organización de los aficionados a la emisión

Una vez publicada la Real Orden de 14 de junio de 1924 fue cuando realmente comenzaron a escindirse las pocas ramas iniciales del tronco común que dio origen en España a nuestro actual mundo de las telecomunicaciones. Una escisión que ya en sus inicios se planteó múltiple, pues, dejando al margen a muchos que pronto serían profesionales de la radiodifusión y radiocomunicación, uno de los propios aficionados, Jesús Raduán, años después EAR-86, ya consideró que:

«Es necesario dividir a los aficionados en dos clases. Aficionados de salón (que se compran un aparato sin conocimiento técnico alguno), y verdaderos aficionados; estos últimos pueden a la vez dividirse en aficionados de ideal próximo (que montan sus propios receptores para escuchar «radio-conciertos») y de ideal remoto (que investigan la materia de radiotelecomunicación)».

Debido al plazo de un mes que concedió el Reglamento a las estaciones radioeléctricas particulares, tanto emisoras como receptoras, para ponerse dentro de la legalidad y con la finali-



El furor por la escucha de la «Radiotelefonía» hizo que a partir de abril de 1924 otros aficionados a la emisión radiasen ante el micrófono los sonidos surgidos del gramófono al reproducir los discos, y también sus propias palabras, al igual que lo hicieron las estaciones radiodifusoras

Tras la deseada autorización de la radioafición por Real Orden de 14 de junio de 1924, un mes después comenzaron a adjudicarse oficialmente los distintivos de llamada a las primeras estaciones de los aficionados a la emisión. Así, el EAR-1 se otorgó en Madrid a la que fue propiedad de Miguel Moya Gastón de Irlirte

dad de evitar las sanciones determinadas en la reciente Disposición, algunos aficionados se apresuraron a acudir a la Dirección General de Comunicaciones o sus jefaturas provinciales, y también al Radio Club de España, a fin de gestionar su solicitud con anterioridad al 14 de julio para obtener la necesaria licencia.

A la amplia terminología empleada por entonces relacionada con la TSH, la revista *Radio-Ciencia Popular* decidió incorporar dos palabras que correspondieron a los nuevos *Radio-tipos*: el *Radioescucha* y el *Radiopita*, identificando con esta última a los aficionados a la emisión.

En las fechas en que las señales radiotelegráficas emitidas en la onda extracorta por Fernando Castaño, 3XY, se recibieron fuertemente en Gran Bretaña, la publicación del *Journal des 8*, iniciada el anterior mes de marzo en nuestro vecino país galo, continuó cumpliendo la finalidad de constituirse semanalmente en el *Órgano de unión entre los aficionados* (a la emisión) *franceses y extranjeros*. Miguel Moya fue nombrado representante «en general» del mismo para España y hoy gracias al *Jd8* existe un muy amplio conocimiento de la actividad que desarrollaron las estaciones amateur en las ondas cortas, especialmente las del Viejo Continente.

La visión rápida que a partir de aquí comenzaremos a dar a la evolución de la radioafición española cabe comenzarla con el hecho ocurrido exactamente un mes después de publicarse la Real Orden, el 14 de julio, pues en tal fecha la Administración adjudicó a Miguel Moya el distintivo de estación de aficionado EAR-1, a Fernando Castaño, el EAR-2, y a Radio Barcelona el de estación de radiodifusión EAJ-1.

Cuando en distintos puntos de España surgieron radio clubes y *radiopitas* que pusieron ocasionalmente sus emisiones en el aire con cierto parecido a los programas de las radiodifusoras, como fue en Madrid el caso del ingeniero Antonio Ochoa; en Sevilla, Ildefonso Montero con la ayuda técnica de Rafael A. de Terry; en Cádiz, Francisco de la Viesca, etc., el día 24 de diciembre de 1924 fue una fecha de trascendental importancia en la historia de las comunicaciones españolas, pues las señales emitidas desde la capital del Reino por Fernando Castaño, EAR-2, y dos días más tarde en Tolosa por su buen amigo Jenaro Ruiz de Arcaute, inmediatamente después EAR-6, hicieron realidad la unión de España y el Nuevo Mundo en onda corta al lograr ambos, desde aquellas fechas, numerosísimas comunicaciones bilaterales sobre el Atlántico Norte.

Al año siguiente, en abril de 1925, durante los días de Pascua, Miguel Moya asistió en París a la constitución de la International Amateur Radio Union —IARU— llevando la representación del Radio Club de España y otras agrupaciones pertenecientes a diferentes provincias. Tras su regreso, puede considerarse que fue verdaderamente cuando se inició el periodo de desarrollo de la radioafición con el planteamiento de la estructura social que habría de alcanzar a los radio-emisoristas, y también con su mayor experimentación tratando siempre de buscar las máximas facilidades de comunicación en las cada vez más altas frecuencias empleando los nuevos circuitos de transmisión.

Así, cuando en aquel continuo descenso en la *onda extra-corta* los encuentros entre *radiopitas* comenzaron a desarrollarse en longitudes próximas a los 30 metros, consiguiendo el operador de la estación EAR-1 comunicar con Buenos Aires, Miguel Moya tuvo presentes las directrices que se establecieron en París durante el congreso fundacional de la International Amateur Radio Union. Sobre la base de ellas, una vez que consiguió reunir las adhesiones de los treinta y tres nuevos miembros españoles que ingresaron en la IARU, veintiuno ya adjudicatarios de distintivo oficial, quedó formada en Madrid la Sección Española de la IARU presidida por quien se desplazó a la capital del Sena con la representación nacional. Moya, a continuación organizó en nuestro país la radioafición fundando el 13 de marzo de 1926 la primera asociación que



Una vez asignado el indicativo EAR-2 al aficionado madrileño Fernando Castaño Escalante, éste comenzó a dedicarse plenamente a las experiencias de emisión en onda corta. Meses después, el 24 de diciembre de 1924, logró la hazaña de unir «sin hilos» a España con el Nuevo Continente

reunió a los *radiopitas* de onda corta bajo las siglas EAR —Españoles Aficionados a la Radiotécnica—, siendo elegido presidente de la misma y cuyos componentes continuaron logrando nuevas conquistas en el *éter*, tanto en radiotelegrafía como en radiotelefonía.

## 1925-1930: los antípodas, FM, ondas ultracortas, estaciones móviles, antenas direccionales, estudios de la propagación... Jornadas de Onda Corta

De este modo, poco a poco el número de aficionados a la emisión fue aumentando por diversas provincias, lográndose en corto tiempo desde nuestro rincón de Europa los primeros enlaces radiotelegráficos en onda corta con multitud de países de los cinco continentes durante la experimentación progresiva de las cada vez más altas frecuencias. Entre aquellas nuevas comunicaciones bilaterales que tendieron los hilos iniciales para tejer la extensa red sin hilos alrededor del mundo, cabe destacar la realizada por el bilbaíno Ramón de Lili Galdames, EAR-21, con la estación de nuestros antípodas en Nueva Zelanda Z2AC, el 11 de diciembre de 1925.

Coincidiendo 1927 con el estudio emprendido por Francisco Roldán, EAR-10, y Luciano García, EAR-11, acerca de la *modulación de la frecuencia*, y también con el final del I Concurso de Transmisión organizado por la Asociación EAR, en el que quedó establecida por vez primera la comunicación desde España con diversos países hispanoamericanos, la investigación en las longitudes de onda próximas a los 20 metros por los aficionados tuvo lugar en los meses en que éstos comenzaron a desarrollar masivamente sus emisiones en telefonía (modulación de amplitud). Entonces, y a pesar de la dificultad que conllevó escuchar las señales de cada uno en sus respectivas frecuencias, surgieron las primeras *ruedas fónicas* en las que todos los presentes participaron en el *éter* intercambiando sus opiniones como si se tratase de uno de los actuales *chats* de internet.

Ante la gran problemática existente en las telecomunicaciones, cuando aún no estuvieron establecidos oficialmente los prefijos de nacionalidad para anteponer a los indicativos de las estaciones de todo el mundo y éstas operaron en cualquier zona del espectro radioeléctrico, la Conferencia Mundial celebrada en Washington en 1927, a la que asistió la IARU en representación de los aficionados, trató de poner orden en todo ello.

En la continua escalada de frecuencias durante la ya antigua lucha contra los *parásitos industriales*, producidos especialmente por los motores al ocasionar graves interferencias en las comunicaciones radioeléctricas, el año 1928 supuso el comienzo de las experiencias en las longitudes de onda de 10 metros y el empleo de los cristales de cuarzo con la finalidad de evitar el desplazamiento involuntario de frecuencia durante la emisión. Entonces, cuando se adjudicó el distintivo EAR-96 a Jesús Martín de Córdoba, uno de los operadores españoles más prestigiosos de todos los tiempos, y los diversos circuitos *Hartley* fueron muy usuales entre los *radiopitas* conectándolos a las populares antenas *Hertz*, se publicó la Real Orden de 27 de diciembre de 1928. En ella «se dispone que se publique con carácter de aplicación obligatoria, a partir de 1 de enero próximo, el cuadro de distribución de las bandas de frecuencia (longitudes de onda), a la que habrán de atenerse los servicios radioeléctricos en España». Tal disposición obligó a los *radiopitas* a operar exclusivamente en las bandas comprendidas entre 150 y 175 metros; 85 y 75; 41 y 42,8; 21,4 y 20,8; 10,7 y 10; y, además, solamente 5,35 y 5 metros a pesar de las experiencias que comenzó a realizar en Barcelona a finales de 1926 Alfonso Estublier, EAR-31, en la onda *ultracorta* de 2,5 metros animado por los trabajos previos del Dr. José Baltá Elías, EAR-54.

Como actividades también destacables en aquellos años cabe citar, por ejemplo, que en las Navidades de 1927, José Blanco Novo, EAR-28, quien organizaría después el servicio de transmisiones de la Guardia Civil, ante su inminente viaje de Santiago de Compostela a Madrid, instaló en el coche la primera estación móvil de la que dio cuenta personalmente al rey Alfonso XIII en su visita en Palacio, la X-28. Tiempo después, en 1929, cuando el Presidente-Fundador de EAR, Miguel Moya, EAR-1, recibió desde los Estados Unidos el Certificado de su admisión en



El gran interés de Miguel Moya Gastón de Irlite por la TSH hizo, no sólo que difundiese sus conocimientos a través de las columnas del diario *El Sol* sino que organizase a los aficionados a la emisión desde la Asociación EAR (Españoles Aficionados a la Radiotécnica) que él mismo fundó en 1926



La continua experimentación de las ondas cortas por los aficionados de todo el mundo, hizo que en 1929 la Asociación EAR celebrase en Barcelona las Jornadas de Onda Corta coincidiendo con la Exposición Internacional de Barcelona, en la que tuvo instalado un amplio stand

Uno de los más prestigiosos aficionados españoles entre 1928 y 1933 fue Jesús Martín de Córdova Barreda, quien en 1929 comenzó a cosechar grandes triunfos inicialmente en Valencia desde su estación EAR-96, que aparece en la fotografía. Años después le fue convalidado en Madrid el indicativo EAR-96 por el EA4AO

el prestigioso WAC Club, tras haber acreditado contactar con todos los continentes, Francisco Roldán, EAR-10, instaló una antena direccional en postes de 7 metros de altura con objeto de estudiar su rendimiento durante una nueva edición del Concurso de Transmisión. También por entonces el bilbaíno Ramón de Lili Galdames, EAR-21, logró la comunicación con la expedición del comandante Byrd a la Antártida, y en la Exposición Internacional de Barcelona los aficionados celebraron las denominadas Jornadas de Onda Corta a las que asistieron como ponentes prestigiosas personalidades de las ciencias radioeléctricas.



La expansión de EAR tuvo lugar en concreto hasta 1929 coincidiendo con la Exposición Internacional de Barcelona, donde la Asociación de los Españoles Aficionados a la Radiotécnica presentó un amplio stand para difundir el conocimiento de la actividad amateur. En él quedó instalada una estación de aficionado junto a la exhibición de numerosos equipos, fotografías y documentos, así como gran cantidad de tarjetas QSLs que continúan siendo empleadas personalmente por cada operador para confirmar el establecimiento de sus contactos en el éter.

Tras el llamamiento que hizo el titular de la estación francesa F8OD, G. Auger, en las páginas de la Revista EAR buscando la colaboración de los aficionados españoles en la investigación de la propagación, pronto quedó formado en nuestro país un pequeño grupo cuyos componentes se adhirieron a la *Unión Internacional de amateurs* para el estudio de la propagación de las ondas cortas.

## Las «Conferencias de Madrid» en 1932 y la conflictividad social

La poca permisividad de Miguel Moya para realizar modificaciones desde la directiva en la Asociación que él mismo organizó, dio origen aquel año a un cisma en el seno de la radioafición tras haberse constituido la Red Española de Aficionados con la finalidad exclusiva de forzar el cambio de actitud del Presidente-Fundador de EAR.

Al no conseguirse tal objetivo, y según escribió veinte años después uno de los fundadores de la actual URE, Julián Yébenes,

«En cuanto a la historia del desarrollo de nuestras actividades sociales como radioemisores, el asunto es diáfano hasta 1929. Moya organizó, fomentó y agrupó a los aficionados hasta esa fecha. Después y hasta el Movimiento Nacional, lo ocurrido llenaría dos tomos. Pero hay en toda esa etapa un común denominador: perjuicio y caos para los aficionados».

Así pues, al primer presidente de Red Española, el conocido ingeniero Antonio Ochoa, le sucedió quien hubo sido hasta poco tiempo antes vicepresidente de Moya en la Asociación EAR, Francisco Roldán, EAR-10, al que se unieron los más firmes valores de la radioafición de la época buscando forzar un cambio en la actitud del operador de la estación EAR-1 al frente de su organización. La posterior expulsión de todos los directivos pertenecientes a Red Española del

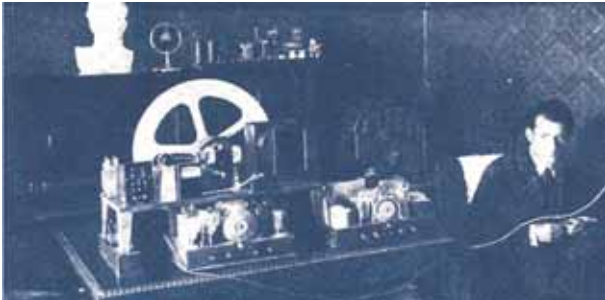
Desde los comienzos de la Asociación EAR ésta siguió las únicas directrices promovidas por su presidente-fundador Miguel Moya, EAR-1

La creación en 1929 de la Asociación Red Española de Aficionados, RE, tuvo inicialmente la única finalidad de lograr un cambio de actitud del Presidente de la Asociación EAR

El cisma creado en la radioafición por el gran desarrollo que tomó la Asociación Red Española conllevó la obligada unificación de ambas ante el comienzo en Madrid de las Conferencias Mundiales de Telegrafía y Radiotelegrafía, en 1932. Consecuencia de ello, fue la fundación de la Unión de Radioemisores Españoles, URE, en los primeros días de 1933



Así pues, al primer presidente de Red Española, el conocido ingeniero Antonio Ochoa, le sucedió quien hubo sido hasta poco tiempo antes vicepresidente de Moya en la Asociación EAR, Francisco Roldán, EAR-10, al que se unieron los más firmes valores de la radioafición de la época buscando forzar un cambio en la actitud del operador de la estación EAR-1 al frente de su organización. La posterior expulsión de todos los directivos pertenecientes a Red Española del



seno de la Asociación EAR ocasionó el enfrentamiento total entre ambas sociedades, minándose así la obra levantada por el Presidente-Fundador de los Españoles Aficionados a la Radiotécnica, quien se vio obligado a presentar su dimisión una vez que la situación se hubo convertido en irreversible.

Conocidas por Javier Zabalza, operador de la estación «provisional» EAR-Z42, las emisiones de televisión realizadas desde la BBC en la banda de 80 metros, se desplazó hasta Londres para adquirir una «estación televisora de recepción» con la que los amigos de Jaca (Huesca) lograron ver en 1933 un programa de televisión especialmente dedicado a ellos

La celebración en Madrid de las Conferencias Internacionales de Radiotelegrafía y Radiotelefonía durante 1932, hizo que los representantes norteamericanos de la International Amateur Radio Unión y la American Radio Relay League llegados a la capital de España, comprometiesen a los aficionados a llevar una voz única del radioamateurismo español. Con ello se logró a comienzos de 1933 la aspirada fusión de las asociaciones EAR y Red Española en la que se llamó Unión de Radioemisores Españoles.

Debido a los acuerdos tomados en las Conferencias surgió un nuevo Reglamento General de Radiocomunicación, en cuyo artículo 8.º quedaron recogidas las disposiciones específicas para las *Estaciones de aficionado* y *estaciones privadas experimentales*. A partir del nuevo Reglamento comenzaron a publicarse en la *Gaceta de Madrid* una serie de disposiciones por las que se regularizaron oficialmente todos los acuerdos: bandas de frecuencia a emplear por las estaciones de aficionado, nuevos distintivos de llamada para estaciones radioemisoras de aficionados, etc. Como consecuencia de ello, desde el 1 de enero de 1934 las 336 estaciones EAR se vieron obligadas a adoptar el nuevo prefijo español «EA» seguido por un número distintivo de las diferentes regiones geográficas y dos letras específicas asignadas a cada operador.

## Nuevos avances técnicos: telefotografía, televisión, estaciones portables

Como curiosidades de aquellos años también cabe mencionar, por ejemplo, los ensayos de telefotografía efectuados en 1931 por Pablo Abad, EAR-208 y la experimentación que realizó en 1933 Javier Zabalza, provisionalmente EAR-Z42, junto a otros aficionados de Jaca (Huesca) en el campo de la televisión, lo que hizo que la BBC de Londres emitiese un programa por televisión especialmente dedicado a sus pocos televidentes españoles en la época en que ciertos *radiopitas* comenzaron a utilizar pequeñas estaciones emisoras para llevarlas en sus desplazamientos a otras poblaciones o incluso al campo. Así lo hizo Antonio Bañón Pascual con su «estación mochila», quien señaló su presencia en las bandas de aficionado con el distintivo provisional EAR-BP, al coincidir las letras «BP» con las iniciales de sus propios apellidos, Bañón Pascual. Los avances técnicos de la época ya permitieron al operador almeriense emplear un circuito emisor con «oscilador maestro», el popular MOPA (Master Oscillator Power Amplifier).

La aspirada unión de la Radioafición española, que se pensó alcanzar con la creación de la Unión de Radioemisores Españoles, nunca fue total. La decreciente falta de impulso de los directivos de URE hizo que surgiesen por distintas provincias agrupaciones regionales a las que trató de atraer a la Unión de Radioemisores su posterior presidente, Francisco Roldán, EAR-10. La creación de nuevas agrupaciones por otras zonas motivó que se formase en 1935 una federación con todas ellas, la FAR, Federación de Agrupaciones de Radio, elevando posteriormente a su presidencia a Miguel Moya. De este modo se volvió a la situación de años antes cuando, al comienzo del cisma, estuvieron por primera vez frente a frente el Presidente y Vicepresidente de las primeras Juntas Directivas de la Asociación EAR. La evolución de tales circunstancias, en la que se buscó una vez más la unión definitiva del amateurismo español, hizo dimitir de nuevo a Miguel Moya en su cargo de presidente semanas antes del comienzo de la Guerra Civil, al comprobar éste que con su presencia en la vida social nunca se conseguiría el fin deseado.

La división subyacente que permanecía al comienzo de 1935 en el seno de la radioafición española, motivó aquel año la creación de diversas asociaciones por toda España que finalmente se adhirieron a la Federación de Agrupaciones de Radio, FAR, cuya presidencia ostentó Miguel Moya, EAR-I

En el continuo descenso de las ondas cortas por los radioaficionados españoles, 1936 supuso el comienzo de la actividad en la banda de 5 metros mediante equipos diseñados y construidos por los propios experimentadores, y también con los primeros transceptores norteamericanos que llegaron a nuestro país. Unos ensayos que muy pronto se vieron truncados por el comienzo de la Guerra Civil.



## Guerra Civil

Después de haber resuelto satisfactoriamente los aficionados con sus estaciones algunos problemas de comunicación competentes a otros servicios, como fue en 1934 la rotura del cable entre Tenerife y La Palma, y en 1929 la localización en aguas de Menorca del hidroavión correo entre Marsella y Argelia, en las semanas previas al comienzo del conflicto armado se hizo a los radiopitas el siguiente llamamiento en las páginas de la revista FAR:

*«Todo buen aficionado está obligado a colaborar en los casos de emergencia. ¿Estáis en disposición de hacerlo? Prepararse en este sentido es hacer labor humanitaria».*

Por tal motivo, a pesar de quedar prohibida la actividad amateur semanas después del 18 de julio de 1936, algunas estaciones de aficionado se dedicaron al Servicio de Socorro en una humanitaria labor en la que trataron de llevar noticias a familiares y seres queridos de quienes quedaron aislados en cada una de las dos zonas sin medios de comunicación. Tal actividad fue prohibida al cabo de cierto tiempo porque consideraron que, entre aquellos tráficos familiares, podrían existir asimismo acciones de espionaje mediante el envío de mensajes en clave al terreno enemigo.

También por entonces, cuando muchas estaciones de aficionado fueron incautadas y puestas al servicio de organizaciones sindicales u oficiales, otras quedaron intervenidas a disposición de las autoridades de ambas zonas con sus propios operadores, con la finalidad de llevar a cabo misiones de información y propaganda en la que se llamó «guerra de las ondas». Yendo aún más lejos, incluso cabe citar que, con posterioridad al Servicio de Socorro, ciertos aficionados llegaron a realizar espionaje en el éter pasando información entre las dos zonas enfrentadas.

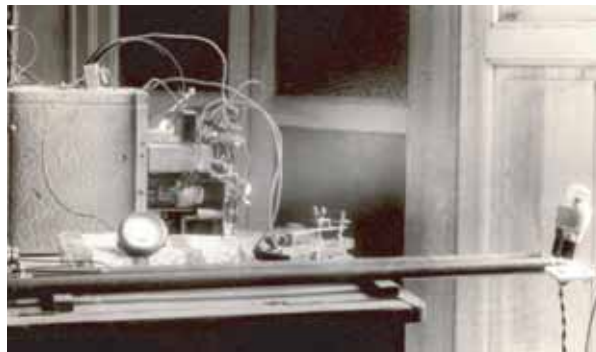
Una vez finalizada la Guerra Civil, desde la Unión de Radioemisores Españoles se hicieron nuevas gestiones oficiales con algunos dirigentes de viejas agrupaciones para ver restablecida la radioafición, pero ello no se logró porque dio comienzo la guerra mundial y, en consecuencia, los aficionados de multitud de países se vieron obligados a enmudecer. No obstante, en Madrid, en agosto de 1939 algunos interesados en la *Radio-ciencia* se vieron posiblemente atraídos por el siguiente reclamo que publicó cierta academia en el periódico madrileño YA:

*«Ingenieros de Telecomunicación*

*La carrera de mayor porvenir. No se exige Bachiller. Grupos en septiembre y octubre. Internado con asistencia espiritual»<sup>1</sup>.*

Terminado el conflicto armado en 1945, poco a poco se fue reorganizando el radioamateurismo en todo el mundo menos en España, donde aún continuó siendo aplicado el *Bando de declaración del Estado de Guerra* por el que se prohibió nuestra actividad el 28 de julio de 1936.

Además del «Servicio de socorro» que brindaron algunos aficionados en las primeras semanas de guerra y la incautación de ciertas estaciones amateurs, con y sin sus operadores, hay también constancia de acciones de espionaje en el «éter» con esta estación que emplearon «Los tres Mosqueteros»

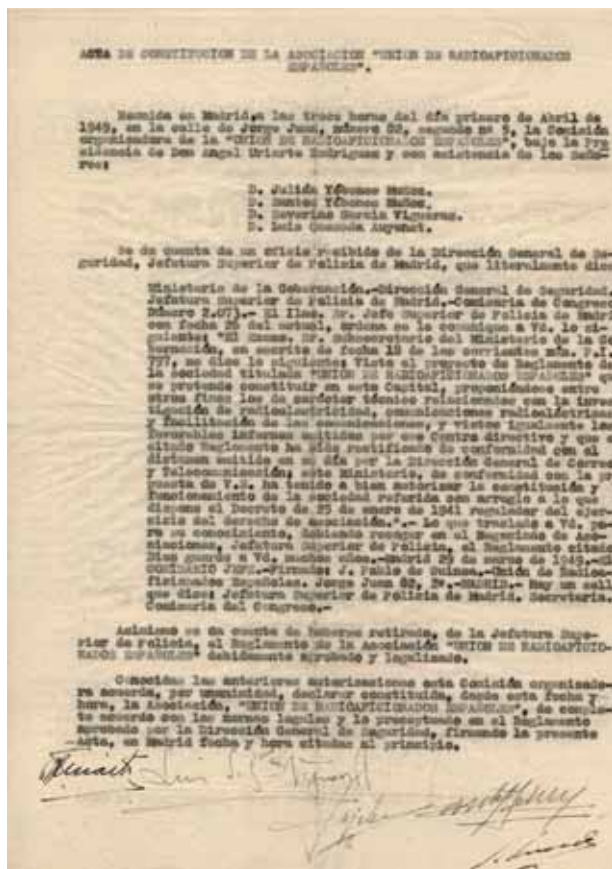


<sup>1</sup> Sin embargo, no se informaba de que para acceder a la carrera era necesario superar un examen de ingreso, que podía durar de media unos seis años.



## Vuelta a la actividad en la posguerra

A pesar de ello, desde 1946/1947 comenzaron a hacerse presentes algunas estaciones en las frecuencias asignadas internacionalmente al tráfico de aficionados, unos en 5 metros y otros en las bandas de H.F, pero, a fin de ocultar su verdadera identidad española, ciertos operadores utilizaron en sus distintivos de llamada los prefijos asignados oficialmente a otras nacionalidades. Con el paso de los meses y años la actividad de los aficionados en el éter llegó a convertirse en permitida políticamente dentro de una prohibición que todos desearon desbloquear. Así, con



distintivos provisionales, transmisores aún controlados a cristal o con oscilador de frecuencia variable, teniendo muchos de éstos en el paso final la clásica válvula «807», y receptores *musicos* domésticos, con o sin conversores auxiliares de frecuencias para recibir las bandas de aficionados, surgieron las primeras antenas rotativas cuando aún la típica *Hertz* y el «*Folded Dipole*», con línea de bajada «*anphenol*» de 300 ohmios, eran empleadas masivamente.

Debido a la anómala situación que presentó España en 1949 ante el resto de países en el tema de radioafición, tras reiteradas conversaciones con las autoridades civiles y militares se accedió a autorizar nuestra actividad siempre y cuando existiese previamente una asociación que reuniese a todos los amateurs.

Así, el 1 de abril de 1949 se fundó la Unión de Radioaficionados Españoles; días después, el 12 de abril, una Orden Ministerial aprobó el Reglamento para el establecimiento y régimen de estaciones radioeléctricas particulares de 5.<sup>a</sup>

Después de trece años de prohibición de la radioafición en España, el Gobierno la aceptó de nuevo siempre y cuando se crease previamente una asociación que reuniera a todos los interesados en el tema. Por ello, el 1 de abril de 1949 fue fundada la aún existente Unión de Radioaficionados Españoles, URE

categoría (aficionados), y con ello la Administración comenzó a otorgar oficialmente los indicativos a antiguos adjudicatarios de antes de la guerra, siempre y cuando hubiesen tenido un pasado político acorde al Régimen y abonasen la totalidad del canon correspondiente a los trece años de prohibición.

A partir de entonces hubo que empezar prácticamente de nuevo con muy pocos medios y material de desguace. Mientras que los fundadores de la nueva URE comenzaron a reorganizar la Asociación con su esfuerzo personal y contribución económica, se iniciaron los exámenes oficiales de aptitud a aquellos solicitantes cuyos informes policiales y certificados de penales no pusieron de manifiesto en principio anomalía alguna.

Si en los años treinta se pidió desde Francia la colaboración de los amateurs españoles para el estudio de la propagación, en 1956 lo hicieron los propios Servicios Generales de Telecomunicación al invitar a los radioaficionados a realizar trabajos científicos sobre la aplicación de las ondas cortas.

## Utilidad pública de los radioaficionados

Cuando en los años cincuenta los *radiopitas* continuaron siendo «artesanos» de sus equipos de modulación de amplitud y telegrafía, y las comunicaciones oficiales de todo tipo aún per-

manecieron siendo difíciles, los aficionados siguieron entrelazando sus mensajes con todo el mundo a excepción de una serie de países que políticamente les estuvieron vetados. No obstante, a fin de paliar ocasionalmente las dificultades en las comunicaciones, su intervención fue requerida múltiples veces tratando no sólo de conseguir medicamentos en cualquier país del mundo para enfermos que los precisaron con urgencia, sino también colaborando en casos de desastres naturales como fueron las inundaciones de Valencia en 1957, los trágicos días vividos en la isla de La Palma durante el mismo año por las inclemencias del tiempo, el terremoto de Agadir en 1960, etc. Con anterioridad a todo ello, los periódicos ya publicaron notas de prensa con llamativas cabeceras como la que incluyó el rotativo *Informaciones*, de Madrid, el viernes 11 mayo de 1956:

«Los radioaficionados son auténticos héroes desconocidos».

Después, al comenzar a organizarse seriamente la Protección Civil en España como continuación de lo que con anterioridad se denominó Defensa Pasiva Nacional, se precisó contar seriamente con los radioaficionados en el tema de las comunicaciones y, por lo tanto, con URE. Así, bajo la presidencia de Isidoro Ruiz-Ramos Novillo, EA4DO, y tras las demostraciones que se hicieron del potencial de las estaciones amateur en diversos ejercicios públicos ante autoridades civiles y militares, junto a periodistas de prensa, radio y televisión, los aficionados fueron considerados Cuerpo de Transmisiones de Protección Civil, adquiriendo gran protagonismo en la sociedad y ello les dio lugar a estar presentes en todos los medios de comunicación con nuevos y atrayentes titulares en los diarios madrileños, como el siguiente que se publicó en el periódico *Arriba*:

«El cuerpo de transmisiones más eficaz del mundo no cobra un céntimo. Cuando toda comunicación falla siempre existe un radioaficionado que comunica».

Años más tarde, también la Cruz Roja contó para sus enlaces con las estaciones de aficionado y por todo ello la Unión de Radioaficionados Españoles fue declarada Asociación de Utilidad Pública a finales de diciembre de 1967.

## Nuevas experiencias técnicas: estaciones móviles, banda lateral, altas frecuencias, satélites, rebote lunar, scatter meteórico, SSTV...

Durante los primeros años de íntima colaboración de la Unión de Radioaficionados Españoles con Protección Civil, se trataron de soslayar muchas de las prohibiciones impuestas por el Gobierno a los amateurs haciendo ver a la organización estatal la gran necesidad de algunas de ellas para lograr mayor efectividad en las comunicaciones. Los primeros frutos de los exitosos ejercicios demostrativos y las posteriores gestiones con las autoridades comenzaron a recogerse en 1961, cuando finalmente se consiguieron las deseadas estaciones móviles y se autorizó la *Banda Lateral Única* —B.L.U.— o *Single Side Band* —S.S.B.—. No obstante, la más importante e histórica ambición, la regulación del derecho a instalar las antenas de estaciones radioeléctricas de aficionados, no se consiguió hasta 1983 cuando fue aprobada la Ley 19/1983.

En 1960 regresó de Tánger Jesús Martín de Córdoba, operador de la estación EA4AO/ex EAR-96, después de haber empezado en la ciudad norteafricana sus experiencias de transmisión y recepción de señales de televisión de aficionado poniendo en el aire la imagen de CN2AO-TV. Con tales investigaciones, también dio comienzo a su dedicación exclusiva en las bandas de VHF después de alcanzar en los años treinta prestigiosas metas internacionales en las longitudes de onda



A mediados de los años cuarenta Jesús Martín de Córdoba, operador de las estaciones EAR-96 y EA4AO, fue destinado profesionalmente a Tánger donde dio comienzo a sus experiencias en el campo de la televisión amateur y en el de las «frecuencias ultra elevadas»



Para Jesús Martín-Morales con el que se.

*Jesús M. 1981*

autorizadas de HF, desde los 10 metros a los 160. Precisamente fue en 1961 cuando URE organizó las I Experiencias Nacionales de VHF con idea de fomentar el conocimiento y estudio de las *Frecuencias Ultra Elevadas* en toda España, y a partir de entonces la actividad realizada desde Madrid por la estación EA4AO fue importante coincidiendo con la fundación y desarrollo en los Estados Unidos del *Proyecto OSCAR*, a fin de construir y lanzar al espacio el primer satélite para uso de los radioaficionados. Puesto en órbita el *Oscar I* el 12 de diciembre de 1961, Martín de Córdoba se dedicó por vida al estudio de las comunicaciones espaciales en VHF, UHF y SHF, siendo nombrado en 1962 coordinador para España de la Asociación OSCAR. Desde entonces se construyeron y lanzaron al espacio 51 satélites más pertenecientes al Servicio de Satélites de Radioaficionados.

Atraído también el operador de la estación EA4AO por la reflexión de las ondas en las lluvias de estrellas, en junio de 1964 comenzó a desarrollar sus comunicaciones vía *meteor scatter* en frecuencias de 144 y 432 MHz. empleando la telegrafía a alta velocidad conseguida en aquellos años por medios puramente artesanales. El conocimiento por parte de Jesús Martín de Córdoba en 1965 de las primeras comunicaciones entre aficionados por reflexión de las señales en la luna le hizo aspirar algún día a conseguirlo. Entretanto, en 1984, la estación EA4AO se convirtió en la primera española en trabajar en 1.296 MHz. con equipos tecnológicamente más avanzados. Teniendo Córdoba siempre en mente poder «hacer la luna», tres años después lo logró en la banda de 144 MHz. junto a un grupo de amigos bajo su dirección.

En el lado opuesto del espectro radioeléctrico, las bandas de HF, los nuevos grandes retos creados internacionalmente para premiar las comunicaciones difíciles o a largas distancias bajo la ionosfera, hicieron que los aficionados españoles se esforzasen por contactar con las zonas más remotas del mundo en todas las gamas autorizadas de frecuencias comprendidas entre 1,8 y 29 MHz., no sólo en telegrafía operando con los clásicos manipuladores, sino también en *Banda Lateral Única*, radioteletipo y, cuando las condiciones lo permitieron, en *Slow Scan Televisión* —SSTV.

## El espectacular aumento de la radioafición y su actual decadencia

Entretanto, los tradicionales circuitos de válvulas en chasis metálicos que configuraron receptores y transmisores independientes, dieron paso a los transceptores con placas impresas transistorizadas y, a continuación, a los actuales equipos de estado sólido provistos de circuitos integrados. Desde los años setenta el mercado español se abrió progresivamente a los equipos manufacturados en otros países cuando la hegemonía norteamericana de décadas anteriores fue siendo conquistada mundialmente por los fabricantes japoneses con nuevos transceptores, cada vez de tamaño más reducido, para ser utilizados como estaciones móviles y portátiles. Ello, unido al reciente historial de utilidad pública, precios competitivos de equipos comerciales y mayores facilidades para su adquisición, dio lugar al comienzo del *boom* del número de radioaficionados al que se llegó tiempo después en la época en que quedaron instalados gran número de repetidores para VHF sobre las cumbres de las altas montañas. «La moda del radioaficionado» tituló en 1981 *Información*, el periódico de Alicante la entrevista realizada a un alto directivo de la Administración cuando la Ley de Asociaciones permitió la creación de nuevas agrupacio-

Entre las decenas de miles de aficionados que se incorporaron al mundo de la radioafición en las últimas tres décadas del siglo XX cabe destacar a S.M. el Rey don Juan Carlos, quien se hizo presente en las bandas de frecuencias asignadas al Servicio de Aficionados con el indicativo EA0JC

nes de aficionados por toda España, dejando de ser obligatoria a partir de entonces la pertenencia a URE. Con todo ello, el número de amateurs se acercó a los cuarenta mil.

El gran desarrollo tecnológico de las últimas décadas y la publicación de nuevas disposiciones en el *Boletín Oficial del Estado* permitió a los aficionados la experimentación en modos de transmisión generados por máquinas con el apoyo de sistemas informáticos, y también descubrir las posibilidades de grandes alcances en nuevas bandas de frecuencias comprendidas desde las llamadas ondas largas de 2.200 metros, 136 KHz., hasta las pertenecientes a la gama de las microondas.

Con la invasión en el mercado durante la última década de la telefonía móvil, basada en las ondas de radio que los aficionados comenzaron a experimentar hace más de un siglo, actualmente continúan abandonando las filas de la radioafición quienes sólo buscaron en ellas un método rápido y fácil de comunicación. Esto, unido a la obligatoriedad del examen para obtener el Título de Operador, la problemática que conlleva en muchos casos las instalaciones de antenas a pesar de la referida Ley, y el abono obligatorio del canon establecido por la Administración, abolido recientemente por el Real Decreto 1620/2005, de 30 de diciembre, son factores determinantes no sólo para dificultar el acceso a nuevos amateurs, sino también para que únicamente permanezcan en este viejo mundo de la experimentación y comunicación quienes verdaderamente practican alguna de sus múltiples facetas.

Hoy los radioaficionados, dando continuidad a la misma idea con la que iniciaron su escalada en las cada vez más altas frecuencias hace más de ochenta años y cuando con tal ambición consiguieron el último 16 de abril de 2005 los primeros encuentros con otros amateurs rebobando sus señales en la Luna, en la banda de 47 GHz., los experimentadores españoles siguen valiéndose del único satélite natural de la tierra para contactar en 144 MHz. con zonas tan distantes de nuestra Península como es la gélida Base McMurdo en la Antártida. Por debajo de estas frecuencias de VHF, los aficionados ven ahora en grave peligro la pérdida de varios segmentos del espectro de HF empleados históricamente para sus experiencias y comunicaciones, pues comienzan a ser invadidos por la tecnología PLC —Power Line Communications— para acercar las grandes empresas eléctricas la banda ancha a todos los hogares mediante su red de distribución. Las interferencias que este método genera localmente en algunas zonas del espectro radioeléctrico son tan grandes que hace imposible llevar a cabo cualquier tipo de actividad y, ante tal circunstancia, los amateurs confían una vez más en que los diversos organismos de la Administración defiendan enérgicamente sus viejos derechos que tratan de serles recortados por intereses comerciales. De este modo el Gobierno de la nación, en su obligación de velar siempre por el cumplimiento de la normativa, permitirá a los históricos *sinhilistas*, *radiopitas* o *amateurs* continuar realizando sus costumbres al amparo internacional de los privilegios que les otorga pertenecer al Servicio de Aficionados.



El nuevo siglo XXI ha llevado a los radioaficionados un problema de mayor envergadura que el que les planteó ochenta años antes los «parásitos industriales». De ello, la tecnología «PLC», continúa haciéndose eco la Revista de URE en sus diferentes ediciones

## Bibliografía

Ruiz-Ramos, Isidoro, EA4DO, (2003). Tesis doctoral. *El primer medio siglo de radioafición en España*, Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias de la Información. Fondo documental gráfico: Archivo Histórico EA4DO.



El servicio móvil marítimo ha tenido una gran importancia social, no sólo porque rompió con el aislamiento histórico de los navegantes proporcionándoles servicios de correspondencia pública que permitían comunicar con tierra, sino por su decisiva aportación a garantizar la seguridad de la vida humana en el mar

La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio móvil marítimo en España

J. Javier Esteban Yago



James Clerk Maxwell dedujo empíricamente las ecuaciones generales del campo electromagnético y publicó en 1873 el *Tratado sobre electricidad y magnetismo*



Heinrich Rudolph Hertz verificó en la práctica la existencia de las ondas electromagnéticas predichas por Maxwell mediante la realización de experimentos

Este capítulo trata exclusivamente del servicio móvil marítimo, que, según la definición del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, es el servicio móvil entre estaciones costeras y estaciones de barco, entre estaciones de barco, o entre estaciones de comunicaciones a bordo asociadas. Por esta razón, se excluyen de su contenido los servicios de ayudas a la navegación, entre los que cabe citar los radiofaros, los sistemas de posicionamiento por satélite, o los radares («racones») desplegados a lo largo de la costa española.

## Los inicios de la radio

### Inventos y personajes

La base teórica que explica la posibilidad de transmitir ondas de radio se debe al escocés James Clerk Maxwell (Edimburgo 1831 - Cambridge 1879). Este discípulo de Faraday, que a la edad de 20 años ya ocupaba una cátedra universitaria, dedujo empíricamente en 1867 las ecuaciones generales del campo electromagnético y demostró la existencia de ondas que pueden propagarse en el aire u otros medios y cuya naturaleza es idéntica a la de la luz. En 1873 se publicó su famoso *Tratado sobre electricidad y magnetismo*, donde se compilan todos sus trabajos al respecto.

Años más tarde, el físico alemán Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894) verificó en la práctica la existencia de las ondas predichas por Maxwell, por lo que en su honor fueron llamadas ondas hertzianas, realizando en 1887 la primera transmisión inalámbrica de la historia.

Hertz diseñó y probó circuitos eléctricos para producir y detectar estas ondas, midió su velocidad de propagación y su frecuencia, y demostró que podían ser refractadas, reflejadas, difractadas y polarizadas de forma similar a la de la luz. Las ondas electromagnéticas se generaban mediante aparatos productores de chispas eléctricas. El receptor era un simple alambre en forma de anillo terminado en dos esferas entre las que se inducía una gran tensión que podía hacer saltar una chispa.

Los experimentos de Hertz, aunque permitieron comprobar la existencia de las ondas de radio y que sus propiedades eran muy parecidas a las de la luz, no obtuvieron resultados prácticos inmediatos porque los equipos utilizados sólo permitían transmisiones a muy corta distancia.

El cohesor, inventado por el francés Edouard Branly en 1890 y perfeccionado más tarde por Oliver Joseph Lodge, permitía captar las ondas hertzianas a distancias muy superiores. Este



aparato consistía en un tubo de cristal dentro del cual había limaduras metálicas colocadas entre dos electrodos. La resistencia de las limaduras era sensible a los campos electromagnéticos, por lo que

se podía detectar su presencia midiendo en un sencillo circuito con un galvanómetro la corriente que lo atravesaba. La conductividad del cohesor podía llegar a aumentar unas mil veces. Así, por ejemplo, se podía hacer sonar un timbre cada vez que se emitía una señal, aunque cuando ésta desaparecía el cohesor seguía conduciendo y tenía que ser golpeado mediante un pequeño martillo para volver a la situación de partida.

El físico ruso Aleksandro Stepanovich Popov (1859-1905), que se hallaba investigando la relación entre los fenómenos atmosféricos y los campos electromagnéticos, encontró en el cohesor de Branly una buena forma para detectar la actividad eléctrica de las tormentas, pues las descargas de las nubes influían en la resistencia de las limaduras metálicas. Popov añadió a uno de sus polos un hilo metálico extendido en sentido vertical, mientras que el otro estaba conectado a tierra. Cualquier diferencia de potencial que se estableciese entre los polos hacía sonar el timbre del aparato, cuyo repiqueteo daba idea de la marcha de la tempestad. De este modo nació la primera antena.

El excitador de Hertz, el detector de Branly y la antena de Popov eran los tres elementos que inicialmente se utilizaron para crear un primitivo sistema de radiocomunicaciones, al que le faltaban ciertos perfeccionamientos técnicos que permitiesen su uso en aplicaciones comerciales.

A pesar de que los rusos reclaman la invención de la radio por Popov, que logró también transmitir señales, y que los franceses consideran a Branly su precursor, fue Guglielmo Marconi (Bolonia 1874 - Roma 1937) quien ha pasado a la historia como el inventor de la radio. Empleando un equipamiento basado en los circuitos de Hertz, el cohesor de Branly y la antena de Popov logró realizar en Bolonia una transmisión a una distancia de algunos centenares de metros, patentando en 1896 su invento. Al no encontrar suficiente apoyo en Italia continuó sus experiencias en Inglaterra, donde fundó la compañía Wireless Telegraph and Signal Company, germen del posterior emporio industrial Marconi's Wireless Telegraph Company. En mayo de 1897 estableció una comunicación a 9 millas de distancia entre Lavernock y Brean Down (canal de Bristol). También en 1897, por invitación del Gobierno italiano instaló una estación terrestre en La Spezia, destinada a comunicar con navíos de guerra situados a una distancia de hasta 12 millas. Sus experimentos para enviar un mensaje a través del canal de la Mancha, que habían comenzado en 1896, culminaron en marzo de 1899 al lograr enlazar la localidad francesa de Wimereux con el faro inglés de South Foreland, cerca de Dover. Dos años después enlazó Córcega con el continente.

Pero el hito más importante de Marconi fue la primera transmisión transoceánica de la historia, que tuvo lugar el 12 de diciembre de 1901. Ese día Marconi recibía en Terranova (Canadá), al otro lado del Atlántico, la letra S en el alfabeto Morse (tres puntos) que había partido de una antena instalada en Poldhu, en la costa inglesa de Cornualles, habiendo superado una distancia de 3.400 km. La frecuencia utilizada fue de 166 kHz.<sup>1</sup>

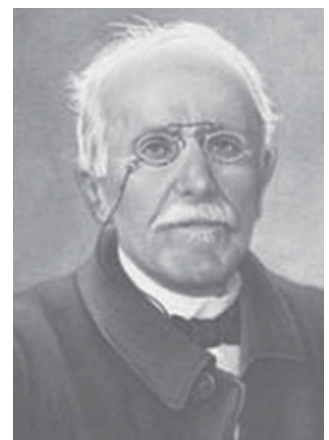
Marconi estuvo en España en septiembre de 1902. Por estas fechas realizaba una travesía a bordo del crucero *Carlo Alberto*, puesto a su disposición por el rey de Italia, con objeto de efectuar pruebas radioeléctricas y convencer así a los escépticos sobre su experiencia transatlánti-

(Derecha) El experimento de Branly permitía detectar la presencia de ondas electromagnéticas midiendo con un galvanómetro la corriente eléctrica que atravesaba el cohesor inventado por él

(Izquierda) El cohesor inventado por Branly consistía en un tubo con limaduras metálicas cuya resistencia era sensible a la presencia de un campo electromagnético. El pequeño martillo situado en la parte baja del aparato servía para que las limaduras volvieran a su posición original después de haber captado una señal



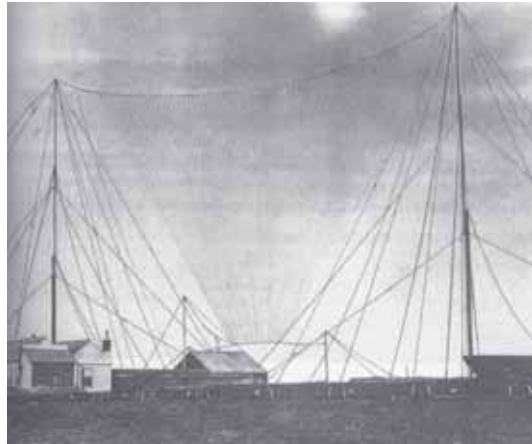
Aleksandro Stepanovich Popov utilizó el cohesor de Branly para medir la actividad eléctrica de las tormentas con ayuda de un hilo desplegado hacia arriba, por lo que se considera el inventor de la antena



Eugène Édouard Désiré Branly inventó en 1890 el cohesor, aparato capaz de registrar la presencia de un campo electromagnético

<sup>1</sup> Todavía hoy existe una cierta controversia sobre la frecuencia utilizada. En opinión de algunos estudiosos, la frecuencia en la que resonaba la antena empleada por Marconi en Poldhu, que tuvo que ser construida apresuradamente al quedar destruida por una tormenta la antena original, era de 850 Khz., lo que implica una gran absorción de las señales transmitidas (mucho mayor que en la frecuencia indicada de 166 kHz.). Ello, unido a la escasa sensibilidad del receptor usado, basado en un simple cohesor parecido al de Branly, ha suscitado dudas sobre lo escuchado por Marconi en Terranova (¿fueron realmente tres puntos o simple ruido atmosférico?).

Estación de Poldhu (Cornualles), usada por Marconi en la primera transmisión transatlántica de la historia el 12 de diciembre de 1901 que consistió en el envío de la letra S en código Morse



Marconi y su equipo lanzando una cometa para elevar la antena receptora de Terranova, cerca de St. John's, utilizada para captar la primera transmisión transatlántica de la historia, que se realizó desde Poldhu (Cornualles) el 12 de diciembre de 1901



ca. Durante su parada en Cádiz se entrevistó con una comisión de telegrafistas españoles, a quienes realizó una demostración de sus equipos contactando con la estación de Poldhu.

Guglielmo Marconi recibió el Premio Nobel de Física en 1909. Este premio fue compartido con el físico alemán Karl Ferdinand Braun (1850-1918), inventor del tubo de rayos catódicos. Hay que subrayar que Braun fue cofundador de la compañía Telefunken, fruto de la fusión de las empresas Siemens & Halske GmbH y AEG, que venía explotando el servicio móvil marítimo en competencia con Marconi. En la concesión de este Nobel puede vislumbrarse el reconocimiento de la labor de ambos para acabar con el aislamiento de los barcos en alta mar y su contribución al salvamento de miles de vidas.

La radio dio sus primeros pasos en España a partir de las actividades del comandante Julio Cervera y Baviera (1854-1929).

Según publicaba la revista *La Energía Eléctrica*, órgano de expresión del Cuerpo de Telégrafos, este militar español practicó ensayos de comunicación completamente satisfactorios entre Ceuta y Algeciras en el año 1900. El sistema empleado era de su propia invención y fue patentado a su nombre. En ese mismo año se publicó en España el primer libro sobre telegrafía sin hilos: *Telefonía y Telegrafía Eléctricas sin Hilos Conductores*. Su autor también era un militar, el capitán de Ingenieros Isidro Calvo y Juana.

La Administración española, a través de Telégrafos, comenzó pronto a interesarse por la radiotelegrafía al ver la posibilidad de enlazar la Península con los archipiélagos, las plazas del norte de África y las colonias sin necesidad de cables submarinos. A raíz de este interés, en marzo de 1902 se creó la compañía Telegrafía y Telefonía sin Hilos, S.A., de cuyo consejo de administración formaba parte Cervera. Entre los proyectos de la empresa figuraba un enlace radioeléctrico entre Jávea e Ibiza, separadas por unos 100 kilómetros de distancia. En los ensayos, Cervera utilizó los equipos de su invención, sin que hasta la fecha se conozcan los resultados. Llegados a este punto es preciso indicar que durante el año 2005 se han venido publicando artículos en la prensa española en los que se reivindica la invención de la radiotelefonía por Cervera<sup>2</sup>, afirmándose que éste logró transmitir la voz en el citado enlace entre Jávea e Ibiza. Estas informaciones se basan en las investigaciones del profesor Ángel Fauss, de la Universidad de Navarra, autor de un libro sobre esta cuestión que todavía no había sido publicado en la fecha de finalización del presente trabajo.

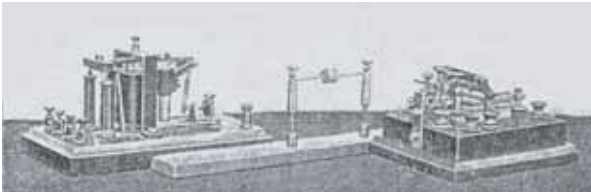
Si bien Marconi es considerado mundialmente como el inventor de la radio en su forma primitiva de telegrafía sin hilos, o radiotelegrafía, el canadiense Reginald Fessenden (Quebec 1866-Bermuda 1932), que trabajó con Thomas Alva Edison (1847-1931) y George Westinghouse (1846-1914) en los Estados Unidos, puede calificarse como el inventor de la radiotelefonía, al lograr transmitir por primera vez la voz humana sin ayuda de conductores en 1900. Posteriormente, el 24 de diciembre de 1906, realizó su hazaña más notable al conseguir comunicar vocalmente desde Brant Rock, cerca de Boston (Massachusetts), con varios barcos propiedad de la United Fruit Company, que se encontraban a considerable distancia navegando en el Atlántico e iban equipados con receptores diseñados también por él.



Guglielmo Marconi es considerado mundialmente como el inventor de la radio por patentar en 1896 un aparato con el que logró transmitir señales a unos centenares de metros. Las fotos corresponden a dos momentos de su vida: inventor y empresario

2 Ver edición digital de *El Mercantil Valenciano* (20 de octubre de 2005), *El Periódico Mediterráneo* (20 de octubre de 2005) y *El Mundo* (30 de octubre de 2005).





Aunque estos acontecimientos ocurridos al otro lado del Atlántico suponían un gran avance técnico, carecieron de la relevancia mediática que obtuvo Marconi. En aquellos primeros años del siglo XX las necesidades de comunicaciones con los barcos estaban cubiertas por la telegrafía inalámbrica, no existiendo gran interés en las comunicaciones vocales. Esta circunstancia, unida a la personalidad más técnica que empresarial de Fessenden, quien registró cientos de inventos en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos, quizá podría explicar la falta de éxito de este innovador sistema. El propio Marconi siguió utilizando hasta 1912 sus transmisores de chispas, que producían ondas amortiguadas incapaces de soportar modulación que posibilitase la transmisión de la voz.

El sistema ideado por Fessenden se basaba en la transmisión de ondas continuadas en lugar de simples impulsos. Para ello había encargado al ingeniero eléctrico sueco-americano Ernst Frederick Werner Alexanderson (1878-1975), quien trabajaba para la General Electric y posteriormente fue nombrado ingeniero jefe de la Radio Corporation of America, RCA, un tipo de alternador eléctrico capaz de producir señales de frecuencia superior a los 10 KHz., que era un requisito para facilitar su propagación sin conductores. Una vez se dispuso del mismo, y tras algunas modificaciones introducidas por el propio Fessenden, éste lo instaló en la estación de radio de Brant Rock y completó su transmisor, consiguiendo modular en amplitud la señal de radio generada mediante la inserción de un micrófono de carbón entre la antena y el alternador.

Los receptores diseñados por Fessenden carecían de cohesor y utilizaban un rectificador electrolítico basado en una solución de ácido sulfúrico, patentado por él y bautizado con el nombre francés de *barreter*, que actuaba a modo de detector de envolvente para demodular sus emisiones vocales.

Como curiosidad histórica cabe mencionar que en la localidad sueca de Grimeton, cerca de Varberg, existe un transmisor de muy baja frecuencia (17,2 KHz.) que utiliza un alternador de Alexanderson similar al empleado por Fessenden. Esta estación se utilizó para comunicaciones con los Estados Unidos desde 1923 hasta los años cincuenta, en los que pasó a usarse para enlazar con los submarinos de la armada sueca. La antena se soporta mediante grandes mástiles de 127 metros de altura. Actualmente está fuera de servicio, aunque todavía sigue en buen estado, por lo que en ocasiones especiales, como en el día dedicado al diseñador del alternador «*Alexanderson Day*», el transmisor emite en la frecuencia de 17,2 KHz. su indicativo SAQ en Código Morse (... - - - -). En julio de 2004, el transmisor de Grimeton fue declarado por la UNESCO Patrimonio Cultural de la Humanidad.

La transmisión transoceánica llevada a cabo por Marconi resultaba inexplicable para los investigadores de la época, ya que se creía que las ondas electromagnéticas se propagaban en línea recta y, en consecuencia, su alcance máximo debía ser como el de un rayo de luz. Para dar respuesta a este enigma, el sabio inglés Oliver Heaviside (1850-1925) propuso que si las ondas se transmitían a tan larga distancia era porque tenía que haber una capa ionizada en la atmósfera que permitía pasar la luz visible pero hacía que las ondas de radio se reflejasen sucesivamente.

En 1924 el físico británico Edward Victor Appleton demostró esta hipótesis como cierta mediante las incipientes técnicas de radar, lo que le valió el Premio Nobel de Física en 1947. Por ello, una de estas capas se conoce con el nombre de *Heaviside-Kennelly* (este último era un profesor americano que había teorizado lo mismo de forma independiente). Otra de ellas debe su nombre a Appleton.

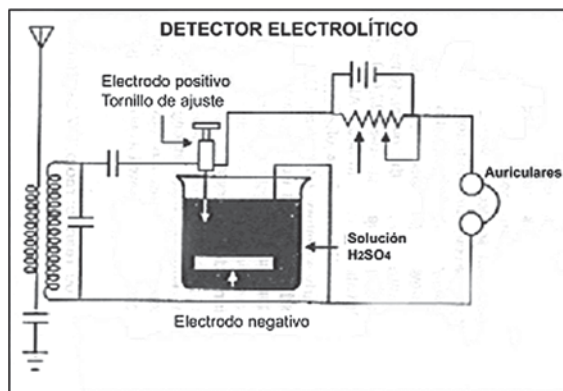
En 1924 el físico británico Edward Victor Appleton demostró esta hipótesis como cierta mediante las incipientes técnicas de radar, lo que le valió el Premio Nobel de Física en 1947. Por ello, una de estas capas se conoce con el nombre de *Heaviside-Kennelly* (este último era un profesor americano que había teorizado lo mismo de forma independiente). Otra de ellas debe su nombre a Appleton.

En 1924 el físico británico Edward Victor Appleton demostró esta hipótesis como cierta mediante las incipientes técnicas de radar, lo que le valió el Premio Nobel de Física en 1947. Por ello, una de estas capas se conoce con el nombre de *Heaviside-Kennelly* (este último era un profesor americano que había teorizado lo mismo de forma independiente). Otra de ellas debe su nombre a Appleton.

Algunos de los aparatos empleados en 1902 por Julio Cervera recogidos en Sánchez Miñana, 2004. En el centro puede apreciarse un cohesor similar al de Branly



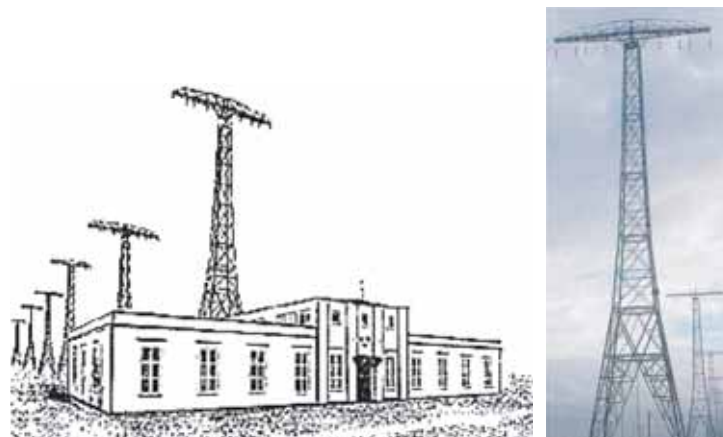
Julio Cervera y Baviera, comandante del Ejército de Tierra, fue el precursor de la radio en España, tal y como recoge Sánchez Miñana en 2004



(Derecha) Reginald Aubrey Fessenden es considerado como el inventor de la radiotelefonía, ya que logró la primera transmisión de la voz humana en 1900

(Izquierda) Esquema de un receptor utilizado por Fessenden

Vista general (izquierda) y antena (derecha) de la estación de ondas muy largas de Grimeton (Suecia) equipada con un alternador de Alexanderson, que fue declarada por la UNESCO Patrimonio Cultural de la Humanidad. Este tipo de alternador fue utilizado por Fessenden en sus equipos capaces de transmitir la voz humana



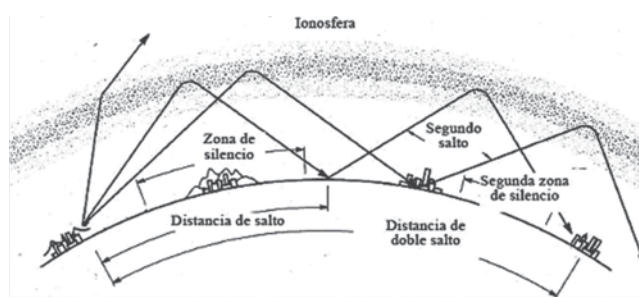
Posteriormente se pudo comprobar que las propiedades de propagación de las ondas de radio varían considerablemente con la frecuencia utilizada. Se verificó que en una misma señal emitida pueden distinguirse tres tipos de onda presentes en proporciones distintas dependiendo de la frecuencia: onda directa, onda de superficie y onda ionosférica.

El alcance de la onda directa es sólo algo mayor que la distancia máxima de la visión directa libre de obstáculos y sus propiedades se asemejan a las de la luz. En la época de Heaviside se creía que ésta era la única forma posible de propagación. La onda de superficie se va ciñendo a la curvatura terrestre por efecto de la difracción y, en consecuencia, su alcance puede ser muy superior al de la onda directa a pesar de la atenuación debida al terreno, que es directamente proporcional a la frecuencia usada. Además, la atenuación es mínima en el mar, por lo que las emisiones de radio en las que predomina este tipo de propagación son útiles para las comunicaciones marítimas. Por último, la propagación por ondas ionosféricas es debida a la reflexión de las ondas en las capas ionizadas que rodean la Tierra, consiguiéndose grandes alcances.

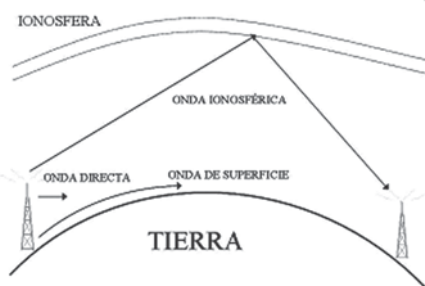
Mediante la propagación por reflexión ionosférica es posible conseguir grandes alcances debido a que las capas altas de la atmósfera, que están ionizadas como consecuencia de la fuerte radiación solar; actúan a modo de espejo

La frecuencia utilizada por Marconi era muy baja, por lo que predominaba claramente la propagación por onda de superficie. El gran alcance logrado no se debía, por tanto, a la reflexión ionosférica como suponía Heaviside, sino a las altísimas potencias utilizadas. De hecho, la señal llegaba a Terranova muy atenuada y Marconi tuvo que encontrar serios problemas para alcanzar las costas del continente americano. Estas dificultades le obligaron a usar longitudes de onda cada vez mayores para reducir la absorción de la onda de superficie, lo que implicaba la utilización de grandes antenas, y el diseño de receptores más sensibles.

Tipos de propagación de las ondas de radio. La influencia de cada una de ellas en una transmisión depende fundamentalmente de su frecuencia



Tipos de propagación

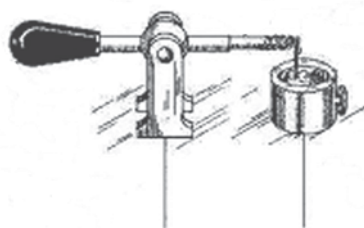


Bandas de frecuencia

		Tipo de propagación predominante
VLF	3 a 30 KHz	Onda de superficie
LF	30 a 300 KHz	
MF	300 KHz a 3 Mhz	
HF	3 a 30 Mhz	Onda ionosférica
VHF	30 a 300 Mhz	Onda directa
UHF	300 Mhz a 3 Ghz	
SHF	3 a 30 Ghz	
EHF	30 a 300 Ghz 300 a 3 Thz	

Bandas de frecuencia y sus formas de propagación. En las frecuencias bajas (longitudes de onda largas) predominan las ondas de superficie, mientras que para las frecuencias altas predominan las directivas. La propagación por ondas ionosféricas ocurre fundamentalmente en la banda de Onda Corta

Los radioaficionados descubrieron años más tarde que es relativamente sencillo cruzar el Océano Atlántico con pequeñas potencias utilizando frecuencias más elevadas, dentro de la banda de Onda Corta (HF). Justo es decir, en honor a este colectivo, que los radioaficionados contribuyeron de forma muy importante al desarrollo



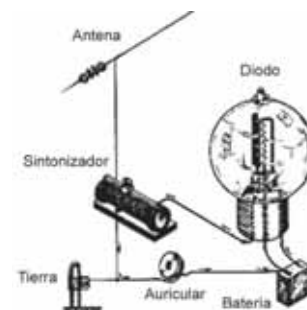
Receptor de galena de 1923 y detalle del detector. Este tipo de receptor «pasivo», que necesitaba de una larga antena, se utilizó hasta los años cincuenta

llo de la radio, no sólo a través de sus descubrimientos sobre propagación de ondas electromagnéticas, sino aportando numerosas mejoras en los equipos de transmisión y recepción. Así, por ejemplo, el primer prototipo de receptor superheterodino se construyó en 1932 en los laboratorios de la asociación de radioaficionados americana ARRL (American Radio Relay League). Este receptor se basaba en la conversión de las señales de radio en una frecuencia intermedia que era tratada y amplificada de forma más eficaz de lo que se podía conseguir haciéndolo en la frecuencia original. El superheterodino mejoraba notablemente la sensibilidad y selectividad de los receptores de la época, que amplificaban directamente las señales de radio, siendo el auténtico precursor de los equipos actuales.



John Ambrose Fleming, que trabajaba para Marconi, inventó en 1904 la primera válvula de vacío: el diodo

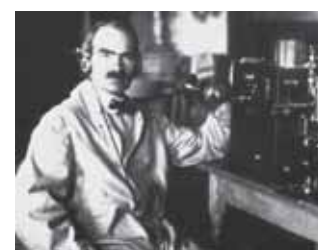
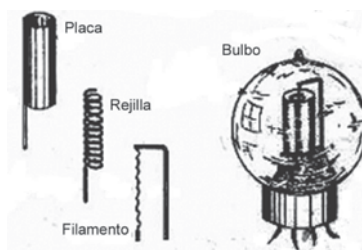
En los Estados Unidos, a diferencia de lo ocurrido en Europa, a partir de la primera transmisión transatlántica comenzó a desarrollarse vertiginosamente la autoconstrucción de aparatos de telegrafía sin hilos. De esta forma, empezaron a utilizarse los detectores de cristal de galena en sustitución del cohesor Branly. El cristal de galena permitía el paso de la corriente en una sola dirección y servía como detector de envolvente de las señales de radio moduladas en amplitud. Se utilizó en pequeños receptores hasta los años cincuenta.



Esquema de un pequeño receptor de radio que utilizaba el diodo de Fleming funcionando como detector

En 1904, el inglés J. A. Fleming, que trabajaba para Marconi, aportó a la radio la primera válvula de vacío, el diodo, que, aparte de otras aplicaciones, permitía sustituir con ventaja al detector de galena. Su funcionamiento se basaba en un filamento incandescente emisor de electrones que eran captados por un ánodo sometido a una tensión positiva. De esta forma se forzaba el paso de la corriente eléctrica en una única dirección.

En 1906, el americano Lee de Forest (1837-1961) introdujo un tercer electrodo al diodo de Fleming con el objeto de poder controlar el paso de la corriente entre el filamento y el ánodo mediante una pequeña tensión. Con este invento llamado triodo o *audión*, que así fue bautizado por de Forest, se pudieron amplificar las señales eléctricas utilizadas en radio y generar ondas electromagnéticas en régimen permanente, o continuadas, en vez de a partir de chispas como se venía haciendo normalmente hasta entonces (ondas amortiguadas). Además, esta señal de radiofrecuencia continuada era fácilmente modulable en amplitud mediante micrófonos de carbón, lo que permitió la transmisión de voz de forma más sencilla que la utilizada por Fessenden. De hecho, ya en 1907 Lee De Forest había experimentado la emisión de señales vocales con uno de sus aparatos instalado a bordo de un transbordador del río Hudson, en los Estados Unidos.



Lee de Forest introdujo un tercer electrodo en el diodo de Fleming para conseguir amplificar las pequeñas señales eléctricas de radio. Su invento se llamó *audión* o triodo. La foto corresponde al año 1910

La capacidad amplificadora de válvulas de vacío permitió construir transmisores cada vez más potentes, lográndose en 1915 transmitir por primera vez la voz desde un extremo a otro del Océano Atlántico. En aquella ocasión, el mensaje partió de Virginia y se recibió en un receptor colocado en la Torre Eiffel. El mismo De Forest dio inicio a las primeras emisiones experimentales de radiodifusión y, en 1920, la Westinghouse Electric and Manufacturing Co. instaló en Pittsburg, Pennsylvania, la primera estación radiodifusora comercial: la KDKA.

En los comienzos de la Primera Guerra Mundial (año 1914) Marconi ejercía un «quasi» monopolio de las radiocomunicaciones a través de sus compañías. Sin embargo, la importancia estra-

(Izquierda) Elementos que componen el *audión* o triodo inventado por Lee de Forest



Shockley, Bardeen y Brattain inventaron el transistor en la década de los cuarenta. En las fotos aparecen junto con el primer transistor fabricado en 1947 en los Laboratorios Bell

técnica de la radio no pasó desapercibida a los distintos gobiernos del mundo, que propiciaron la creación de empresas nacionales para poder controlar las comunicaciones en tiempo de crisis y no perder las oportunidades que este nuevo mercado ofrecía. Hay que tener en cuenta, además, que la radiotelegrafía se ofrecía a gobiernos y operadores como alternativa a los cables submarinos, controlados en su mayor parte por Gran Bretaña. De este interés surgió la Radio Corporation of America (RCA) en los Estados Unidos, Telefunken en Alemania e Italcable en Italia. El Gobierno británico, por su parte, impulsó la creación de la empresa Imperial and International Communications Ltd., que en 1934 cambió su nombre a Cable and Wireless.

Otro adelanto importantísimo para las radiocomunicaciones, y para toda la electrónica y posteriormente para la informática y las tecnologías de la información, tuvo lugar en el decenio de 1950 con la introducción del transistor. Con él se pudo reducir drásticamente el tamaño y consumo de las instalaciones radioeléctricas y fue posible utilizar frecuencias mucho más altas. El efecto transistor se descubrió en diciembre de 1947 por Brattain y Bardeen. Por su parte, Shockley completó a finales de 1948 un estudio de los portadores minoritarios en la unión p-n y el papel en la inyección y recolección de portadores, de tal manera que su análisis condujo a la invención del transistor de unión consistente en un sandwich de materiales p-n-p (o n-p-n). El 10 de diciembre de 1956, William B. Shockley, John Bardeen y Walter H. Brattain recibieron el Premio Nobel de Física por los trabajos que condujeron al transistor.

Después de la invención del transistor se sucedieron en cascada una serie de grandes avances tecnológicos que tienen en él su punto de partida. Especial mención merece el circuito integrado, que apareció en 1959 y consiste en una agrupación de transistores y otros componentes interconectados en la misma pieza de silicio. Con el tiempo llegaron a integrarse millones de transistores en un solo chip. El más importante de todos estos circuitos es el microprocesador, versión miniaturizada de la unidad central de proceso de un ordenador. El microprocesador supuso una auténtica revolución para el mundo de la informática y las comunicaciones. Gracias a él aparecieron los ordenadores personales y las redes de datos pudieron beneficiarse de velocidades de transmisión cada vez mayores. Muchos equipos transmisores y receptores de radio comenzaron a incorporarlos en sus circuitos para proporcionarles potentes funciones de control y codificación o decodificación de señales. Puede decirse que con el microprocesador comenzó a desarrollarse lo que hoy conocemos como Sociedad de la Información.

Estos enormes avances de la electrónica de estado sólido también permitieron el comienzo de la era espacial, ya que el tamaño y peso de los equipos de comunicaciones, y su necesidad de energía se redujeron drásticamente. Así, otro gran hito de relevancia histórica para las radiocomunicaciones tuvo lugar el 10 de julio de 1962, fecha en que se puso en órbita el primer satélite activo de telecomunicaciones, el TELSTAR I. Este satélite, de unos 75 kilogramos de peso, fue construido por los Laboratorios Bell de la American Telephone and Telegraph (ATT).

Los satélites ofrecen muchas ventajas respecto a los sistemas convencionales de radiocomunicaciones. Una de ellas es que evitan la necesidad de utilizar altas potencias para salvar grandes distancias en los sistemas basados en propagación por ondas de superficie. Por otro lado, los sistemas que utilizan la reflexión ionosférica (Onda Corta) están sujetos a numerosas fluctuaciones debido a la inestabilidad de las capas superiores de la atmósfera, que dependen de la actividad solar y otros factores. Finalmente, las redes de radioenlaces de microondas requieren numerosos repetidores intermedios porque el tipo de propagación predominante se debe a la onda directa, cuyo alcance está limitado a la línea de visión. Este problema es especialmente grave en el caso de las comunicaciones transoceánicas. Por ello, la utilización de satélites ha cambiado radicalmente el panorama de los servicios de radio.

Para concluir este apartado merece la pena subrayar la enorme repercusión que la radio ha tenido en la historia universal de los últimos cien años. En el libro *Del Semáforo al Satélite*, publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones en 1965, se dice respecto de la radio:

*«Ni la laboriosa historia del telégrafo, ni el desarrollo algo más largo del teléfono, pueden compararse en modo alguno con la verdadera revolución que la radio ha producido en todas nuestras comunicaciones y ello por diversos motivos: ausencia de hilos costosos, sobre tierra o bajo el mar; transmisión instantánea de música, imágenes y colores; poder alcanzar a todos los puntos del globo de manera*

*fácil y económica y, finalmente, porque puede penetrar en todos los hogares para distraernos, instruirnos y mostrarnos el mundo exterior».*

## La regulación internacional de la radio

Las telecomunicaciones poseen un carácter marcadamente internacional que proviene de la necesidad de las naciones de estar comunicadas entre sí. Ello requiere que los sistemas utilizados deban normalizarse para que sean compatibles, lo que exige un gran esfuerzo de los países para poner en común sus conocimientos e intentar llegar a acuerdos. En el caso particular de la radio hay que añadir un factor que complica significativamente el panorama: las ondas electromagnéticas no conocen de fronteras y las traspasan sin pedir permiso a las autoridades.

En 1902 tuvo lugar un incidente que puso en evidencia la necesidad de regular la utilización de la radio: el príncipe Enrique de Prusia, cuando atravesaba el Atlántico de regreso de una visita a Estados Unidos, quiso mandar un mensaje de cortesía al presidente Roosevelt y se le negó el servicio porque el equipo de su barco no procedía de la misma empresa que el de la estación costera<sup>3</sup> americana con la que intentaba comunicar. Posiblemente, la causa de este inconveniente habría que buscarla en el intento de Marconi de monopolizar las comunicaciones radiotelegráficas, quien había ordenado a sus operadores que no cruzaran señales radioeléctricas con estaciones de otros fabricantes.

En los primeros años del siglo XX el inventor de la radio, que además de técnico era un gran emprendedor empresarial, ejercía un monopolio *de facto* de las comunicaciones marítimas a través de compañías de su propiedad en Gran Bretaña, Estados Unidos, Canadá, Italia y Francia. Sin embargo, en 1903, dos grandes compañías alemanas fabricantes de material eléctrico, AEG y Siemens, se fusionaron para poder competir en el negocio de la radiotelegrafía, creando la empresa Telefunken. Ya en 1907 Telefunken disponía de tantas estaciones como Marconi y durante mucho tiempo se disputaron el negocio de las comunicaciones marítimas, lo que inicialmente provocó un gran número de problemas al carecerse de una regulación internacional.

En un intento de paliar estas dificultades y de abordar la regulación de las incipientes radiocomunicaciones, en 1903 se celebró en Berlín, a instancias de la compañía Telefunken, una Conferencia Preliminar en la que se debatió la problemática de la explotación comercial de los nuevos sistemas de comunicaciones marítimas. A la misma asistieron delegados de nueve países, entre otros, Alemania, Gran Bretaña, Italia, Estados Unidos, Francia y España. En esta conferencia, a la que asistió Popov, se acordó que las estaciones costeras debían recibir telegramas procedentes de barcos en alta mar, y transmitir telegramas a ellos destinados sin distinción alguna por razones del sistema radioeléctrico utilizado. Gran Bretaña e Italia no suscribieron el acuerdo debido a su relación privilegiada con las compañías de Marconi, aunque este principio quedó aquí consagrado, siendo uno de los pilares básicos de la regulación posterior de las radiocomunicaciones.

En 1906 se celebró, también en Berlín, la Primera Conferencia Internacional de Radiotelegrafía, a la que asistieron 29 países, entre ellos España, en la que se reiteró la obligación de interoperabilidad entre equipos de radiotelegrafía de fabricantes distintos y se aprobó un Convenio Internacional acompañado de un Reglamento de servicio que obligaba a los firmantes a conectar sus estaciones costeras a la red telegráfica internacional, conceder absoluta prioridad a los mensajes de socorro y evitar las interferencias radioeléctricas en la medida de lo posible. Se dispuso que los signos telegráficos a emplear fuesen los correspondientes al Código Morse, eligiéndose la secuencia «SOS» para las llamadas de socorro. El Reglamento exigía que las estaciones de a bordo fuesen operadas por telegrafistas que dispusieran de un certificado expedido por el Gobierno del cual dependiese el barco. También se regularon los procedimientos de comunicación entre barco y tierra, prohibiéndose el intercambio de «palabras superfluas». Se atribuyeron las frecuencias de 500 y 1.000 kHz a los servicios marítimos de correspondencia pública: ambas frecuencias podían usarse indistintamente por los barcos, aunque se puntuali-

3 Una estación costera es una estación terrestre del servicio móvil marítimo, según la UIT.

Asistentes a la conferencia preliminar de radiocomunicaciones de Berlín en 1903. Entre ellos se encuentra una delegación española. Durante esta reunión se aprobó el primer convenio internacional de radio, que se refería fundamentalmente al servicio móvil marítimo



zaba que normalmente utilizarían los 1.000 kHz. Se reservaron la banda de 188 a 500 kHz para las estaciones no abiertas a la correspondencia pública, y las frecuencias inferiores a 188 kHz para comunicaciones a larga distancia. Se especificaba que el servicio de las estaciones costeras sería, en lo posible, permanente día y noche sin interrupción, aunque permitía que ciertas costeras prestasen un servicio de duración limitada dependiendo de cada Estado. La potencia de los transmisores se limitó a 1 kilovatio, salvo que tuviesen que salvar una distancia superior a 300 kilómetros. La Oficina Internacional de Berna, sede de la Unión Telegráfica Internacional, debía ser informada de las asignaciones nacionales, la horas de servicio, distintivos de llamadas y sistemas utilizados por las costeras. Por último, se especificaron las tasas de los radiotelegramas, definiéndose la *tasa costera* y la *tasa de a bordo*. Así pues, en esta Primera Conferencia se sentaron las bases para el desarrollo de las comunicaciones marítimas y se hizo un primer reparto de frecuencias para diferentes usos, lo que sería el objeto principal de las Conferencias posteriores. Esas normas, con las modificaciones y revisiones que se han ido introduciendo en sucesivas ocasiones, constituyen en la actualidad el *Reglamento de Radiocomunicaciones* de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Tres meses después del naufragio del *Titanic* en 1912 se celebró en Londres otra Conferencia Internacional en la que, con fecha 5 de julio, varios países, entre ellos España, firmaron un Convenio Radiotelegráfico Internacional y un Reglamento de servicio anexo al Convenio. Se atribuyeron las frecuencias de 166,66 kHz (1.800 metros), 500 kHz (600 metros) y 1.000 kHz (300 metros) al servicio radiotelegráfico marítimo de correspondencia pública. La frecuencia de 500 kHz. se consolidó como frecuencia radiotelegráfica internacional de socorro y frecuencia normal de llamada, cambiando así el criterio de la Conferencia de Berlín de 1906. Se recomendó que para evitar la congestión de los 500 kHz se pasara a otra frecuencia una vez iniciada la comunicación. Asimismo, para no impedir la recepción de cualquier llamada de socorro se estableció que las estaciones costeras ocupadas en transmitir telegramas largos debían suspender la transmisión cada quince minutos y permanecer silenciosas durante tres minutos, antes de continuar. Se clasificó a las estaciones de buque en tres categorías: 1.<sup>a</sup>) de escucha permanente, 2.<sup>a</sup>) de servicio limitado, las cuales debían permanecer a la escucha durante los diez primeros minutos de cada hora, y 3.<sup>a</sup>) sin ningún horario determinado de servicio. También se aprobó una operativa consistente en que el barco debía transmitir siempre a la estación costera más cercana para no «puentear» a las redes telegráficas terrestres, aunque se permitía comunicar con otras más alejadas, utilizando la frecuencia de 166,66 kHz, si eran del propio país del buque. En esta Conferencia de Londres se regularon por primera vez los servicios de ayuda a la navegación, en particular los radiofaros, a los que se atribuyeron frecuencias por encima de los 2 MHz<sup>4</sup>. Por su parte, las señales horarias y los partes meteorológicos debían utilizar

4 A partir de estas frecuencias comienza a darse la propagación por onda ionosférica, por lo que la señal recibida puede estar compuesta de múltiples haces que han recorrido trayectorias distintas. Ello, unido al escaso alcance de la onda de superficie de esta banda, las hace poco adecuadas para los radiofaros, que requieren de una señal estable que permita discriminar claramente la fase y dirección de procedencia. Hay que recordar que en esta época no se conocía este tipo de propagación.

frecuencias por debajo de 188 kHz Finalmente, se debatió sobre la necesidad de optimizar el uso del espectro mediante la sustitución de los transmisores de chispas por equipos basados en tubos de vacío, capaces de proporcionar señales más limpias y estables.

El rápido crecimiento de los servicios de radiocomunicaciones aconsejó la convocatoria de otra reunión en 1917, sin embargo, el estallido de la Primera Guerra Mundial retrasó hasta 1927 la siguiente Conferencia Internacional, que tuvo lugar en Washington, a la que asistieron delegados de ochenta países. En la fecha de esta reunión ya se prestaban servicios radiotelefónicos y de radiodifusión, por lo que los asuntos abordados aumentaron considerablemente y comenzó la batalla por las frecuencias: las bandas útiles atribuidas se situaron entre los 10 kHz y los 23 MHz. Algunas frecuencias por encima de ésta y por debajo de 60 Mhz. se destinaron a los radioaficionados y otras «experiencias». Fruto de esta Conferencia, el 25 de noviembre de 1927 se firmó por varios países, entre ellos España, una Convención Radiotelegráfica Internacional y dos Reglamentos anexos. Entre los acuerdos alcanzados estaban la creación del «*Comité consultivo internacional técnico de las comunicaciones radioeléctricas*» (posteriormente conocido por las siglas CCIR) y la aprobación del cuadro de distribución de las bandas de frecuencia que debía de servir de modelo para el reparto de las frecuencias en los respectivos ámbitos nacionales. El servicio móvil marítimo recibió nuevas bandas: 125 a 150 kHz, 460 a 550 kHz, el canal de onda media de 1.365 kHz y varias sub-bandas de onda corta hasta los 23 MHz. Por primera vez se reconocía que «*las ondas cortas tienen gran eficacia para las comunicaciones a gran distancia*». Al servicio de radiofaros se atribuyó el segmento de 285 a 315 kHz En esta Conferencia de Washington se definieron las ondas continuas, o de tipo A, y las ondas amortiguadas (provocadas mediante sistemas de chispas), o de tipo B. El empleo de estas últimas quedaba prohibido por debajo de los 375 kHz, para las estaciones móviles, desde el 1 de enero de 1930. Desde el 1 de enero de 1940 se prohibía cualquier empleo de ondas del tipo B. Finalmente, se eligió la palabra MAYDAY (deformación fonética de la expresión francesa *m'aider*) como llamada de socorro para radiotelefonía y se recomendó el uso del Código Q, que está formado por una serie de abreviaturas que indican conceptos muy utilizados en radiotelegrafía, al objeto de facilitar las comunicaciones entre operadores de distintos idiomas.

#### *La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)*

La siguiente Conferencia Radiotelegráfica se celebró en Madrid a comienzos de septiembre de 1932. En este caso se trataba de una reunión conjunta con la Conferencia Telegráfica Internacional, a la que asistieron 65 países y 64 empresas por parte de la Unión Radiotelegráfica, y 80 países y 62 compañías por parte de la Unión Telegráfica. El acto fue presidido por las más altas autoridades españolas, encabezadas por el presidente del Gobierno de la Segunda República, D. Manuel Azaña Díaz. La decisión más importante fue la aprobación de un convenio por el que se fusionaban ambas organizaciones para crear la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Por lo que respecta a la radio, en la Conferencia de Madrid se aprobaron normas detalladas para la operativa de escucha de la frecuencia radiotelegráfica internacional de socorro de 500 kHz y se siguieron atribuyendo bandas a nuevos servicios hasta los 30 Mhz. Finalmente, en la Conferencia de Madrid se adelantó al 1 de enero de 1935 la fecha para la supresión de las emisiones de ondas amortiguadas (tipo B), lo que tuvo importantes consecuencias para España dado que todas las estaciones costeras, salvo una ubicada en Las Palmas, eran de este tipo.

En 1947, después de la Segunda Guerra Mundial, la UIT celebró una conferencia en Atlantic City en la que se abordó la ampliación y modernización de la organización. En virtud de un acuerdo con la recién creada Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Unión se convirtió el 15 de octubre de 1947 en organismo especializado de esta última, y su sede se trasladó de Berna a Ginebra en 1948. Al mismo tiempo, se creaba la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB) con el mandato de coordinar la tarea de gestionar el espectro de frecuencias y actualizar el cuadro de frecuencias introducido en 1912. Las bandas atribuidas en esta Conferencia llegaron a los 10,5 Ghz. Sin embargo, España no pudo participar en las deliberaciones que dieron lugar al Convenio Internacional firmado en Atlantic City debi-

do al aislamiento que se le había impuesto por las potencias vencedoras de la Segunda Guerra Mundial a través de la *Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas* de 12 de diciembre de 1946. Ello dio lugar a que España no fuese tenida en cuenta en la elaboración de las nuevas listas de frecuencias, lo que le causó importantes problemas de coordinación internacional en el uso del espectro radioeléctrico, en particular por lo que se refería a las costeras del servicio marítimo.

En 1963 se celebró en Ginebra una Conferencia Administrativa Extraordinaria de Radiocomunicaciones Espaciales en la que se atribuyeron frecuencias a los nuevos servicios basados en satélites, llegando hasta los 40 Ghz., y se adjudicaron a los países las posiciones orbitales asociadas.

En conferencias posteriores se siguieron atribuyendo bandas y estableciendo normas que regirían la utilización del espectro radioeléctrico. Así, por ejemplo, por lo que respecta al servicio marítimo, se atribuyeron las frecuencias de 2.182 kHz, con modulación en banda lateral única, y de 156,8 MHz, con modulación en frecuencia, a los servicios radiotelefónicos de atención de emergencias en las bandas de MF y VHF, respectivamente.

En 1992 se celebró en Ginebra una Conferencia de Plenipotenciarios que efectuó cambios radicales en la UIT con el fin de dotarla de una mayor flexibilidad para adaptarse al entorno del momento, cada vez más complejo, interactivo y marcado por la competencia. Como resultado de esta reestructuración, la Unión se organizó en tres Sectores, que correspondían a sus tres ámbitos principales de actividad: la Normalización de las Telecomunicaciones (*UIT-T*), las Radiocomunicaciones (*UIT-R*) y el Desarrollo de las Telecomunicaciones (*UIT-D*).

El *UIT-R* es responsable de la elaboración y la aprobación del Reglamento de Radiocomunicaciones, que constituye un voluminoso conjunto de normas con carácter de tratado internacional vinculante por el cual se rige la utilización del espectro radioeléctrico. Cada dos o tres años se celebran las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) cuya labor consiste en examinar y, en caso necesario, modificar el Reglamento de Radiocomunicaciones.

El servicio móvil marítimo exige la gestión internacional del espectro de frecuencias, siendo el Departamento de Servicios Terrenales (TSD) del *UIT-R* quien asume las funciones técnicas y de reglamentación, y tramita las notificaciones de asignación de frecuencias. La seguridad y el salvamento marítimo son las actividades centrales del TSD con la gestión del sistema MARS («Maritime Mobile Access and Retrieval System»), operativo desde el 29 de marzo de 1995, que fue elaborado por la UIT con objeto de facilitar a la comunidad marítima, en particular a las entidades que participan en actividades de búsqueda y salvamento, los datos de las estaciones de barco. Este sistema contenía en 2005 las características y datos administrativos de más de 400.000 estaciones de a bordo. El TSD también se encarga de la atribución de medios de identificación, tales como distintivos de llamada y cifras de identificación marítima, y presta asistencia a las administraciones sobre los procedimientos aplicables a los servicios terrenales, y en los casos de interferencias perjudiciales.

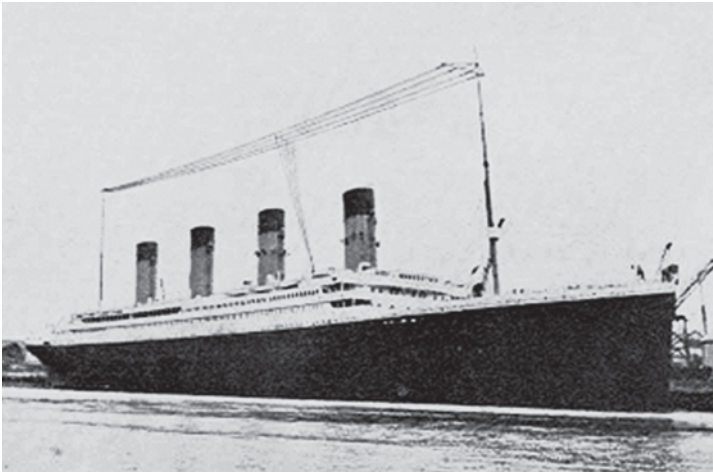
## Las comunicaciones marítimas internacionales

### Los comienzos

Antes de la aparición de la radio las comunicaciones marítimas se limitaban a señales visuales o acústicas, lo cual significaba que únicamente podía haber intercambio de información entre barcos cercanos entre sí, o entre éstos y tierra firme visible. Por ello, en sus primeros años la radio encontró su principal utilidad en la navegación marítima y su introducción supuso un hito de enorme trascendencia que favoreció el tráfico marítimo al incrementar su seguridad y eliminar el total aislamiento que debían soportar durante semanas o meses marineros y pasajeros.

La primera comunicación radiomarítima de la historia se debe al propio Marconi, quien en 1897 instaló una estación terrestre en la base militar de La Spezia, en Italia, estableciendo en julio de 1898 comunicación con el buque de guerra *San Martino*. A partir de aquí, las radioco-





municaciones han permitido miles de acciones de rescate en el mar, salvando muchas vidas. Así, el primer salvamento resultado de un mensaje radiotelegráfico tuvo lugar en 1899, cuando el buque faro<sup>5</sup> *Goodwin Sands*, en el Paso de Calais, envió un mensaje a tierra avisando que el vapor *Elbe* había varado, permitiendo enviar un barco de auxilio que pudo rescatar a sus tripulantes y pasajeros.

Reproducción del *Titanic* en la que puede apreciarse su gran antena. Este enorme trasatlántico se hundió en la noche del 14 al 15 de abril de 1912, muriendo 1.522 personas. Más de 700 pudieron ser rescatadas gracias a la radio

Un caso en el que hubo participación española ocurrió en la madrugada del 13 de diciembre de 1911 cuando el vapor inglés *Delhi* encalló frente a la costa de Tánger. Sus 900 pasajeros pudieron ser rescatados gracias a la intervención de la estación costera de Cádiz, recién inaugurada, que alertó a los buques que se encontraban en las proximidades y coordinó la operación de salvamento.

Pero el naufragio más famoso de todos los tiempos tuvo lugar en la noche del 14 al 15 de abril de 1912 cuando, debido al choque contra un iceberg, se hundió el *Titanic* en su viaje inaugural entre Southampton y Nueva York, causando la pérdida de 1.522 vidas. Por fortuna pudieron ser rescatadas más de 700 personas gracias a que el trasatlántico *Carpanthia* captó el mensaje de socorro transmitido por la estación de radio del *Titanic*, fabricada por Marconi.

Como curiosidad, cabe recordar que en los días previos al inicio del viaje, durante las pruebas de navegación, el *Titanic* contactó con la estación radiotelegráfica de Tenerife, a unos 3.500 km de distancia.

Según datos de la Segunda Conferencia Internacional de Radiocomunicaciones, en 1912 funcionaban en el mundo 479 estaciones costeras, de las cuales 327 estaban abiertas al servicio público, y 2.752 estaciones de barco, de las que 1.964 estaban a disposición de la correspondencia pública. En 1920 existían casi mil estaciones costeras y unos 13.000 buques estaban equipados con una estación radiotelegráfica. Por contra, menos de 100 estaciones terrestres estaban adscritas en exclusiva al servicio de enlaces radiotelegráficos fijos. Estos datos muestran que la principal aplicación de la radio en el primer cuarto del siglo XX era el servicio marítimo, al menos en cuanto a número de instalaciones.

#### Señales radiotelegráficas de emergencia

De los diferentes códigos que se utilizaban en el telégrafo eléctrico (Morse, Hughes, Baudot, etc.), Marconi eligió para sus equipos el alfabeto Morse por su sencillez y eficacia. Este código debe su nombre a Samuel Morse, quien en 1838 lo concibió para su uso en un sistema telegráfico diseñado por él.

El alfabeto Morse está basado en un sistema binario de puntos y rayas. Cada letra tiene asociada una determinada combinación de forma que las letras más repetidas en una conversación en idioma inglés disponen de los códigos más sencillos (por ejemplo, la letra «e» consiste en un solo punto). En una transmisión radioeléctrica un punto se consigue mediante la emisión de una portadora durante un tiempo muy breve (pulsando el manipulador). Una raya es una portadora emitida por un tiempo tres veces superior al de un punto. Se trata, por tanto, de un sistema primitivo de transmisión de datos.

En los comienzos de la radiotelegrafía hubo disparidad de criterios sobre la elección del mensaje a utilizar en caso de emergencia. La señal que se venía usando era «CQD», que fue introducida por Marconi, pero en la Primera Conferencia Internacional de Radiotelegrafía (Berlín

5 Buque equipado con una poderosa luz visible a muchas millas en el mar; utilizado para indicar la entrada a un puerto.

1906) se adoptó la señal «SOS». El primer «SOS» registrado se transmitió en 1908 por el vapor *Minnehaha*, que viajando de Nueva York a Londres embarrancó en aguas inglesas en medio de una fuerte niebla. En contra del mito popular, esas letras no son una abreviatura y carecen de significación especial. El propio Marconi, en el *Anuario de Telegrafía y Telefonía Inalámbrica* de 1918, reconoció que la señal «SOS» sólo se eligió por su claridad y nitidez para cualquiera que lo escuchara.

## Convenios y organismos marítimos internacionales

### El Convenio SOLAS

Dos años después del hundimiento del *Titanic* las naciones marítimas se reunieron en Londres con objeto de estudiar la forma de aumentar la seguridad del transporte marítimo. El debate se centró no sólo en prevenir los accidentes, sino también en mejorar las posibilidades de supervivencia en caso de que se produjesen. En esta reunión de 1914 se aprobó el primer Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, conocido como Convenio SOLAS («Safety Of Life At Sea»), aunque no llegó a entrar en vigor debido al estallido de la Primera Guerra Mundial. Entre otras medidas se prescribió que los buques que transportaran más de 50 pasajeros debían disponer de una instalación radioeléctrica que tuviera un alcance de, al menos, 100 millas náuticas, y se exigía que los grandes buques de pasajeros mantuvieran un servicio de escucha radiotelegráfica permanente. En los años 1929 y 1948 se adoptaron nuevos Convenios que tenían en cuenta los adelantos técnicos logrados en los años intermedios, entre otros, los relativos a la radiotelefonía. España no pudo participar en la redacción de este último debido al aislamiento internacional que se le había impuesto, aunque posteriormente se adhirió al Convenio.

En el año 1958 la Organización Marítima Internacional (OMI), que se había creado diez años antes, asumió la responsabilidad de la navegación marítima mundial y desde entonces se ha venido encargando de actualizar el Convenio SOLAS. La versión de 1960 siguió el mismo esquema en lo referente a las radiocomunicaciones, pero las reglas del Capítulo IV, dedicado por entero a las comunicaciones marítimas para fines de socorro y seguridad, eran mucho más pormenorizadas que en los Convenios anteriores e imponían la instalación de una estación radiotelefónica en todos los buques de arqueo bruto entre 300 y 1.600 toneladas, a menos que ya contaran con una estación de radiotelegrafía.

La OMI aprobó un nuevo Convenio en 1974 que entró en vigor en mayo de 1980. El texto supuso una revisión completa de los anteriores, por lo que las alusiones al Convenio SOLAS suelen referirse a esta versión de 1974 con las enmiendas que se hayan ido introduciendo en años posteriores. El Capítulo IV, que como en las versiones anteriores trataba de la radio, fue mejorado una vez más en lo concerniente a las instalaciones destinadas a fines de socorro y seguridad. No obstante, las prescripciones técnicas del equipamiento radioeléctrico destinado a la correspondencia pública quedaron fuera de su ámbito, pasando a ser competencia de la UIT.

En 1981 algunas de las reglas relativas a la radiotelegrafía y la radiotelefonía fueron sustituidas y otras enmendadas. La instalación a bordo de equipos radiotelefónicos de ondas métricas (VHF), que la OMI venía recomendando desde 1975, se convirtió en obligatoria para todos los buques de pasajeros y los de arqueo bruto igual o superior a 300 toneladas. Igualmente, se prescribió para éstos la obligación de mantener un servicio de escucha permanente en la frecuencia de 156,8 Mhz. (canal 16 de los atribuidos al servicio móvil marítimo en la banda de VHF). Estas enmiendas entraron en vigor el 1 de septiembre de 1984.

El Capítulo IV del Convenio SOLAS fue revisado completamente en 1988 como consecuencia de la introducción del nuevo Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM) diseñado por la OMI. Las enmiendas entraron en vigor el 1 de febrero de 1992, con un período transitorio de 7 años que concluyó el 1 de febrero de 1999. Esta fecha señaló la desaparición de la radiotelegrafía Morse del servicio móvil marítimo, al quedar sustituida por el nuevo sistema.

## La Organización Marítima Internacional (OMI)

La OMI se creó mediante un Convenio internacional adoptado en Ginebra en 1948, aunque entró en vigor diez años más tarde. Es una agencia adscrita a la Organización de Naciones Unidas cuyo objeto fundamental es la prevención de accidentes en el mar, centrándose en la navegación mercante de altura.

Desde 1958, la OMI se ha ocupado de adaptar el Convenio SOLAS y de emitir recomendaciones para mejorar la seguridad marítima, teniendo siempre en cuenta los adelantos tecnológicos logrados en las radiocomunicaciones. Así, por ejemplo, en 1979 recomendó que todos los buques regidos por el Convenio SOLAS mantuvieran un servicio de escucha permanente en la frecuencia radiotelefónica internacional de socorro de 2.182 kHz, y la instalación de un equipo de comunicaciones de VHF, manteniendo siempre que fuera posible la escucha en la frecuencia de 156,8 MHz (canal 16 de los atribuidos al servicio móvil marítimo en la banda de VHF). También por estas fechas sugirió que los buques deberían de ir equipados con radiobalizas de localización de siniestros diseñadas de forma que transmitieran automáticamente una señal de socorro si el barco se hundía.

La OMI ha concentrado sus esfuerzos en la elaboración de sistemas mundiales que respondan ágilmente cuando se produce una emergencia marítima. Dos importantes ejemplos de ello son el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimo (Convenio SAR) y el reciente Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimo (SMSSM). El Convenio SAR fue adoptado en 1979 con el objetivo de proporcionar un sistema mundial capaz de responder con agilidad a las emergencias marítimas, mientras que el SMSSM se creó para proporcionarle unas comunicaciones eficaces.

### *Convenio SAR*

El Capítulo V del Convenio SAR exige a las partes firmantes que mantengan escuchas radioeléctricas continuas en las frecuencias internacionales de socorro, y especifica las medidas que deben adoptar las estaciones de radio costeras que reciban mensajes de socorro. Asimismo, pide a los firmantes que establezcan centros de coordinación de salvamento, y que los mantengan en funcionamiento las 24 horas del día. Debido a estas considerables obligaciones, el 1 de febrero de 1999 sólo había sido ratificado por 60 países, entre ellos España, cuyas flotas mercantes combinadas representan menos del 50 por 100 del tonelaje mundial.

### *El Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)*

El objetivo básico del SMSSM es proporcionar a las autoridades de búsqueda y salvamento en tierra, así como a los buques que se encuentran en las inmediaciones de un accidente, un sistema de comunicaciones eficaz para que puedan intervenir con rapidez en una operación coordinada de rescate.

El SMSSM se definió mediante enmiendas al Convenio SOLAS aprobadas en 1988, y entró en vigor el 1 de febrero de 1992 con un período transitorio que concluyó el 1 de febrero de 1999. Dentro de este período se habían marcado varios hitos para su introducción progresiva. Por ejemplo, desde el 1 de agosto de 1993 se exigía que todos los buques de más de 300 toneladas llevaran un equipo para la recepción de información sobre seguridad marítima y radioavisos náuticos en la frecuencia de 518 kHz (sistema NAVTEX<sup>6</sup>) y radiobalizas satelitarias de localización de siniestros. A partir del 1 de febrero de 1999 todos los buques de arqueo bruto superior a 300 toneladas debían llevar el correspondiente equipo SMSSM.

Los satélites desempeñan una función importante en el SMSSM, pero no sustituyen a los sistemas de radiocomunicaciones terrestres. El SMSSM combina varios subsistemas en un siste-

6 Este acrónimo significa «Avisos a la Navegación por Télex». El sistema comenzó a funcionar en 1977 desde la estación costera de Ostende (Holanda). El receptor Navtex imprime automáticamente los avisos recibidos, lo que evita la necesidad de permanecer permanentemente a la escucha.

ma general, todos los cuales tienen diversas limitaciones en cuanto a su cobertura radioeléctrica. Teniendo en cuenta estas limitaciones, los mares se dividen en cuatro zonas:

**Zona A1:** La que queda dentro del alcance de las estaciones costeras de VHF (ondas métricas), entre 20 y 30 millas.

**Zona A2:** Más allá de la zona A1, pero dentro del alcance de las estaciones costeras de ondas hectométricas (MF), unas 100 millas.

**Zona A3:** Más allá de las dos primeras zonas, pero dentro del ámbito de cobertura de los satélites geoestacionarios para comunicaciones marítimas (INMARSAT). Cubre la zona comprendida entre los 70 grados Norte y 70 grados Sur.

**Zona A4:** Las restantes zonas marítimas. La más importante es el Círculo Polar Ártico, ya que el área que circunda al Polo Sur es en su mayoría terrestre. Los satélites geoestacionarios, al estar ubicados sobre el ecuador, no cubren estas zonas.

Las prescripciones relativas al equipo que procede llevar a bordo varían según la zona (o zonas) en que opere el buque. Los buques de cabotaje<sup>7</sup> sólo tienen que llevar un equipo mínimo si no operan más allá del alcance de las estaciones costeras de VHF. Los buques que se alejen más deben llevar, además de aquél, un equipo de ondas hectométricas (MF). Los buques que operen más allá del alcance de éstos están obligados a incorporar un equipamiento de ondas decamétricas (HF) o de satélite (INMARSAT<sup>8</sup>), además de los equipos de ondas métricas (VHF) y de ondas hectométricas (MF). Finalmente, los buques que operen en la zona A4 deben llevar equipos de VHF, HF y MF.

El Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos introdujo también algunas prescripciones relativas a equipos concebidos para mejorar las posibilidades de supervivencia en caso de accidente, incluidas las radiobalizas de localización de siniestros y los respondedores de radar para localización de buques y embarcaciones de supervivencia.

En definitiva, el SMSSM permite a los barcos en peligro enviar un mensaje de socorro por diversos métodos, teniendo así la seguridad casi absoluta de que el mensaje se captará y será atendido. La señal de emergencia será recibida por los buques que se encuentren en la zona, por estaciones costeras de VHF, MF o HF, y por centros especializados en la atención de emergencias marítimas, si se usan los sistemas por satélite. Toda la operación estará coordinada por un Centro Coordinador de Salvamento (CCS) en tierra que será informado de la alerta. La búsqueda propiamente dicha se realizará de conformidad con los procedimientos establecidos por el Convenio SAR. En el caso de los buques equipados con una estación terrena del sistema INMARSAT, la transmisión de una alerta de socorro es muy sencilla. Sólo con apretar un botón se transmitirá automáticamente un mensaje que proporcionará el nombre del buque y, si éste va equipado con un sistema de posicionamiento (por ejemplo GPS), su situación. La estación terrena costera informará al CCS que corresponda, quien iniciará inmediatamente una operación de búsqueda y salvamento.

Además de los servicios citados, el SMSSM incluye la llamada selectiva digital, que mejora sensiblemente los procedimientos de comunicación de los servicios radiotelefónicos convencionales. El sistema proporciona la identificación automática del barco o de la costera que llama, y permite realizar llamadas a buques o costeras específicas. Para su funcionamiento, las estaciones costeras y las instaladas en barcos están dotadas de un número identificador de 9 cifras asignado por la UIT. Las frecuencias atribuidas para fines de socorro y seguridad son 156,525 MHz (canal 70) en la banda de VHF, 2.187,5 kHz en MF y 8.414,5 kHz en HF<sup>9</sup>. Los mensajes de socorro también pueden incluir la situación del buque si éste dispone de un equipo para la determinación de la posición.

<sup>7</sup> Tráfico marítimo a lo largo de la costa.

<sup>8</sup> Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite. Se creó mediante Convenio Internacional auspiciado por la OMI en 1976. Fue suscrito inicialmente por 26 países, entre ellos España. Los servicios comenzaron a prestarse el 1 de febrero de 1982.

<sup>9</sup> Dadas las características de propagación de esta banda, que dependen de la hora del día y otros factores, la UIT también atribuyó las frecuencias de 4.207,5 Khz., 6.312 Khz., 12.577 Khz., y 16.045 Khz.

Resulta de interés señalar que la mayoría de los buques de pesca y embarcaciones de recreo no están obligados a participar en el sistema SMSSM, aunque pueden utilizar muchos de los servicios disponibles en él, tales como los basados en radiobalizas de localización de siniestros. La OMI recomienda, además, que en los pequeños barcos se instalen equipos de llamada selectiva digital ya que, una vez que quede plenamente implantado el SMSSM, los buques desprovistos de ella tendrán dificultad en establecer contacto con buques que sintonizan solamente con el canal de llamada selectiva digital. La mayoría de los buques de pesca y embarcaciones de recreo llevan instalado un equipo marino de VHF, que es el que se ha venido empleando para recibir y transmitir mensajes de socorro en el canal 16 de la banda marina de VHF (156,8 MHz). No obstante, estos equipos no son compatibles con la llamada selectiva digital. La OMI convino en prorrogar el plazo, más allá del 1 de febrero de 1999, para la escucha en el canal 16, dado que numerosos Estados miembros opinaban que no era factible que un gran número de buques no regidos por el Convenio SOLAS instalasen equipos SMSSM y, en consecuencia, no podrían establecer contacto con buques regidos por el SOLAS cuando se encontrasen en situación de peligro. Por ello la OMI acordó que se continuase sintonizando el canal 16 hasta el 1 de febrero del año 2005.

Finalmente, dado el carácter histórico del presente trabajo, es importante subrayar que la frecuencia radiotelegráfica internacional de socorro de 500 kHz, que se venía utilizado desde la segunda Conferencia de Radiocomunicaciones de 1912, ha dejado de usarse con la entrada en vigor del SMSMS.

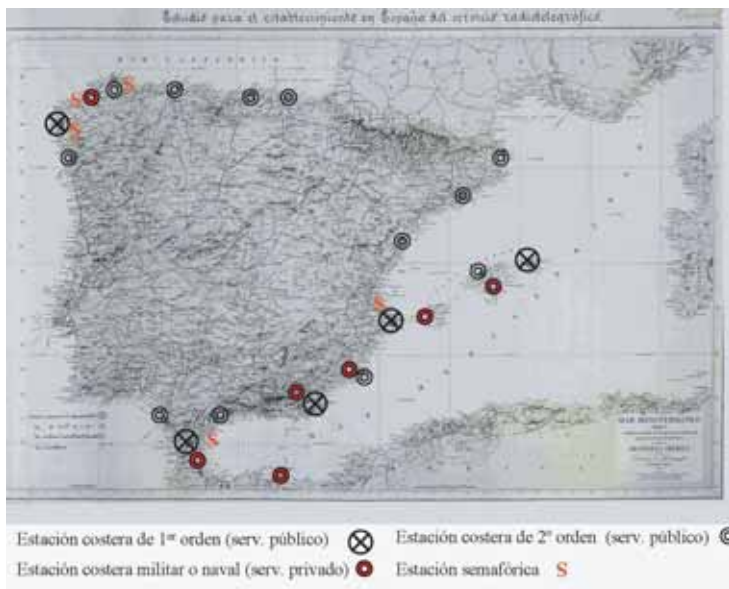
## El servicio móvil marítimo en España

Tras la Conferencia de Berlín de 1903, y con el anuncio de la próxima reunión a celebrar en 1906, se hizo patente la necesidad de coordinación entre el Ministerio de Gobernación, que tenía las competencias en comunicaciones, y los Ministerios de Guerra y Marina, ambos muy interesados en el desarrollo de la radio. Por ello se celebraron diversas reuniones conjuntas en las que se analizaron los acuerdos alcanzados en Berlín y se preparó la posición de la delegación española en la siguiente Conferencia de 1906. Fruto de estos trabajos y, sobre todo debido a que los militares otorgaban un gran valor estratégico a la radio, surgió la iniciativa de dictar el Real Decreto de 21 de mayo de 1905, que fue promovido por el ministro de la Guerra a propuesta del Jefe del Estado Mayor del Ejército. El objeto principal de la disposición era la reparación de los cables telegráficos submarinos que unían la península con las islas y el norte de África, aquejados de numerosos problemas técnicos. Quizá ello urgió también al Gobierno a acordar la creación de una Comisión Mixta formada por los Ministerios de Guerra, Marina y Gobernación con el fin de

elaborar un estudio de las costas españolas eligiendo los puntos más adecuados para instalar una red de emisoras costeras destinadas tanto al tráfico marítimo como a las comunicaciones radiotelegráficas con los archipiélagos y las plazas del norte de África.

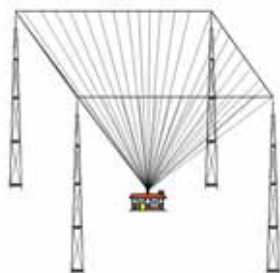
Parte de las conclusiones de la Comisión Mixta quedaron reflejadas en el mapa de la figura, en el que se aprecian anotaciones manuscritas con diversos comentarios. Para facilitar su lectura se han superpuesto algunos símbolos aclaratorios.

Mapa elaborado en 1905 por la comisión mixta de los ministerios de Guerra, Marina y Gobernación en el que se señalan, de forma preliminar, los puntos del litoral español donde se deberían situar las primeras costeras del servicio móvil marítimo (Bahamonde y otros, 2002)



El citado Real Decreto, dictado siendo Raimundo Fernández Villaverde (1848-1905) presidente del Gobierno, supuso el nacimiento oficial de las radiocomunicaciones en España, aunque sus consecuencias prácticas en el campo civil fueron escasas. Hubo que esperar a la promulgación de la Ley de 26 de octubre de 1907, promovida por el ministro de la Gobernación, Juan de la Cierva y Peñafiel, y su normativa de desarrollo, para disponer de un proyecto concreto de estaciones radiotelegráficas de uso civil, fundamentalmente destinadas al servicio marítimo. El ámbito de esta Ley eran los servicios de radiotelegrafía, cables y teléfonos, y su único objeto era autorizar al Gobierno para desarrollarlos a través de entidades españolas que se designarían mediante subastas.

### El monopolio de la telegrafía sin hilos



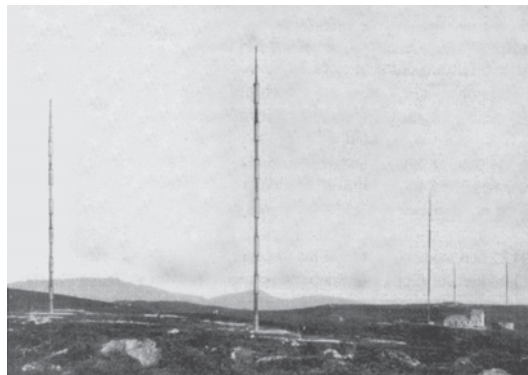
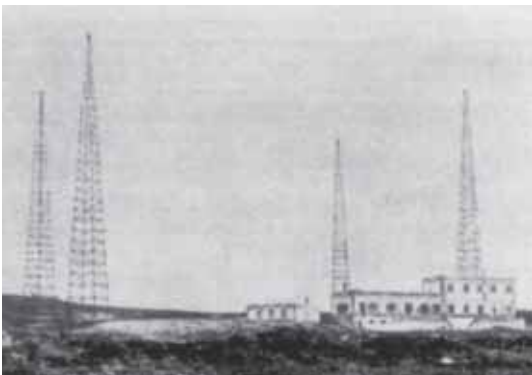
Aspecto de las costeras de Cádiz, Tenerife y Las Palmas (de 1ª clase). Estas estaciones provenían de la Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos y se caracterizaban por unas enormes antenas en forma de pirámide invertida soportadas por 4 mástiles de 75 metros de altura

En desarrollo de la Ley de 26 de octubre de 1907 se dictaron dos Reales Decretos el 24 de enero de 1908. El primero, publicado el 25 de enero, aprobaba las Bases y el Reglamento para el establecimiento del servicio radiotelegráfico, declarándolo monopolio del Estado. Las competencias para la regulación e inspección del servicio se atribuían al Ministerio de la Gobernación, a través de Correos y Telégrafos, mientras que al de Marina se adjudicaba la expedición de permisos y supervisión de instalaciones radioeléctricas a bordo de los buques mercantes. Para éstos se atribuía una *longitud de onda normal* de 300 metros (1.000 KHz), dada la regulación internacional vigente que en 1912 cambiaría para utilizarse los 600 metros (500 kHz). El segundo Decreto, publicado el 26 de enero, declaraba de interés nacional la construcción de las 24 estaciones radiotelegráficas siguientes:

- dos de primera clase con un alcance mínimo de 1.600 kilómetros instaladas en Santa Cruz de Tenerife (Tenerife Norte) y Cádiz. Las longitudes de onda de funcionamiento previstas eran de 300, 600 y 1.600 metros.
- de segunda clase en Cabo de Finisterre o Villano, Cabo de San Antonio o La Nao, Cabo de Gata, Tarifa y Menorca, todas con un alcance mínimo de 400 km, funcionando en las longitudes de onda de 300 y 600 metros.
- diecisiete estaciones de tercera clase, con un alcance de 200 kilómetros, en Cabo de Palos, Vinaroz o los Alfaques, Islas Cíes, Cabo de Creus o Bagur, Palma de Mallorca, Cabo Machichaco, Cabo Mayor o el Quejo, Cabo Peñas, Estaca de Vares, Málaga, Barcelona, Sóller, Las Palmas, Lanzarote, Fuerteventura, Gomera y Hierro. Todas ellas operando en 300 y 600 metros de longitud de onda.

Este Decreto estipulaba un precio máximo para la instalación de 2.300.000 pesetas (a pagar por el Estado) y un valor mínimo de alquiler de las costeras para su explotación de 150.000 pesetas anuales (a pagar por el adjudicatario). El pliego de prescripciones se aprobó por Real Orden de 18 de febrero de 1908, fijando la fecha de la subasta en el día 8 de abril siguiente. Entre otras condiciones, se dispuso que las costeras debían unirse a las líneas telegráficas más próximas por cuenta del Estado, que las llamadas de auxilio de los buques serían tratadas con prioridad absoluta y que las costeras podrían comunicar entre sí o con otras extranjeras, otorgando siempre preferencia al servicio marítimo. Finalmente, se establecía que el servicio de las estaciones radiotelegráficas de primera y segunda clase sería permanente. Como curiosidad cabe destacar que el concesionario no podía emplear a funcionarios del Cuerpo de Telégrafos, salvo autorización de la Dirección General de Correos y Telégrafos. Ello ponía en alguna dificultad al operador, dado que en España no existía otro personal con la cualificación requerida, excepción hecha de los militares.

La concesión se adjudicó por Real Orden de 20 de mayo de 1908 a la Sociedad Española Oerlikon, única interesada en el proyecto. Esta empresa era filial de la suiza Oerlikon, fabricante de material eléctrico sin experiencia en el campo de la radio. Las principales condiciones del contrato fueron: fijación en dos millones de pesetas del importe de las estaciones; duración de veintidós años y ocho meses; canon de 153.000 pesetas anuales que retendría la compañía para resarcirse del importe de las estaciones a construir, las cuales pasarían al Estado a la terminación del plazo de duración del contrato; y participación del Estado en la mitad de las ganancias cuando los productos brutos excediesen de 550.000 pesetas anuales. Resulta llamativo que



(Izquierda) Estación costera de Las Palmas (de 1ª clase) recogida en Sánchez Miñana. Esta costera procedía de la Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos y comenzó a operar a finales de 1911

(Derecha) Estación costera de Vigo, que fue instalada por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, empresa participada por Marconi, tal y como aparece en Sánchez Miñana. La antena se soportaba mediante cinco grandes mástiles, al igual que las de Aranjuez y Barcelona

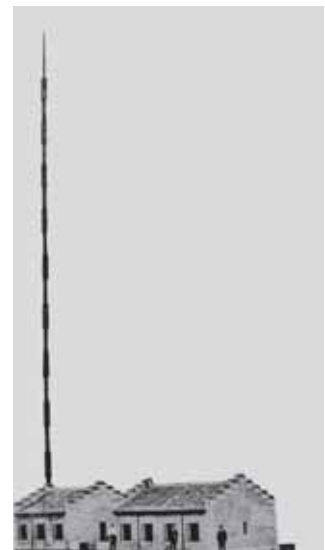
el adjudicatario cediese inmediatamente sus derechos a una empresa que estaba en proceso de creación en el momento de la subasta, y que la transmisión estuviese autorizada de antemano por Gobernación en la misma Orden de 20 de mayo. El nuevo entrante era la Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos, filial de la empresa francesa Compagnie Française des Télégraphes sans Fils et d'Applications Électriques.

Según las bases del contrato firmado con el Estado, las 24 costeras tenían que entregarse antes de octubre de 1909. Sin embargo, a finales de 1910, tras la concesión de tres prórrogas, la empresa no había entregado ninguna para su inspección por Correos y Telegráfos, aunque las estaciones de 1.ª clase ya estaban instaladas, al igual que la de Las Palmas. Esta última había sido mejorada para convertirse en una de 1.ª clase a instancias del Ayuntamiento de la ciudad, que corrió con los gastos. Estos incumplimientos, al parecer, llevaron al Gobierno a modificar la concesión y a encargar a Marconi la realización y explotación de la red. Ello explicaría la constitución, en diciembre de 1910, de la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, cuyos accionistas eran la propia Concesionaria y la Marconi's Wireless. La Nacional se hizo así con los derechos de la adjudicación, cuya cesión se aprobó por Real Orden de 24 de agosto de 1911.

La red concebida por Marconi prescindía de algunas de las estaciones previstas inicialmente y añadía una nueva en el centro de España, finalmente instalada en Aranjuez, que actuaría como coordinadora de la red y facilitaría el enlace entre las situadas en el litoral. En definitiva, la red estaría compuesta sólo por las diez estaciones siguientes: Puntales (Cádiz), Santa Cruz de Tenerife, Melenara (Las Palmas), El Prat de Llobregat (Barcelona), Aranjuez, Vigo, Sóller (Mallorca), Finisterre (Coruña), Cabo Mayor (Santander) y Cabo de Palos (Murcia). Las tres primeras procedían de la Concesionaria, que fueron las primeras en inaugurarse junto con la del Prat de Llobregat. Probablemente, estas cuatro costeras entraron en servicio simultáneamente, o con pocos días de diferencia, siendo el 15 de noviembre de 1911 la fecha «legal» a partir de la cual empezó a contar el plazo de la concesión que, siendo de veintiún años y ocho meses, señalaba el 14 de julio de 1933 como el día del traspaso de todas las instalaciones al Estado. Sin embargo, como después se verá, esta cesión no se llevó a término, al menos en su totalidad.

La sustancial reconfiguración a la baja introducida por Marconi contaba con el visto bueno del Gobierno, quizá forzado a aceptar las condiciones de aquél con tal de ver funcionando el servicio marítimo. Entre las razones que explicarían esta situación podría citarse la escasa cuantía económica fijada en la subasta, que no valoraba adecuadamente el coste real de la instalación y explotación de las costeras. De hecho, la Nacional vino manifestando ante la Administración que las cantidades invertidas en la construcción de las costeras excedían en mucho de los dos millones de pesetas, pidiendo reiteradamente la novación del contrato y la indemnización de los perjuicios que había sufrido. En 1915 la Dirección General de Comunicaciones, nuevo órgano dependiente Gobernación, encargó a una Comisión de peritos una detenida contabilidad de las cuentas, comprobando que el negocio se liquidaba con pérdidas.

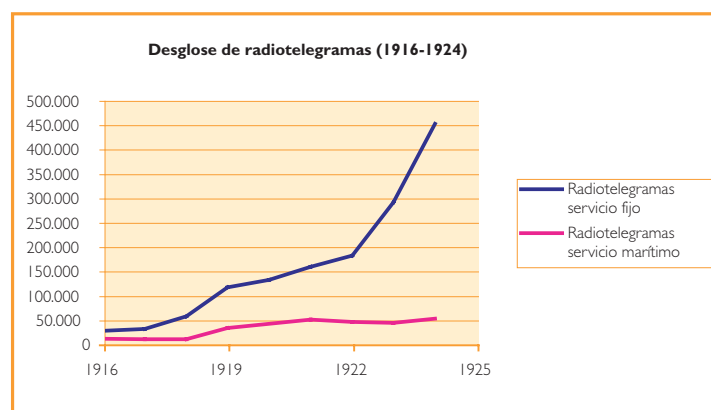
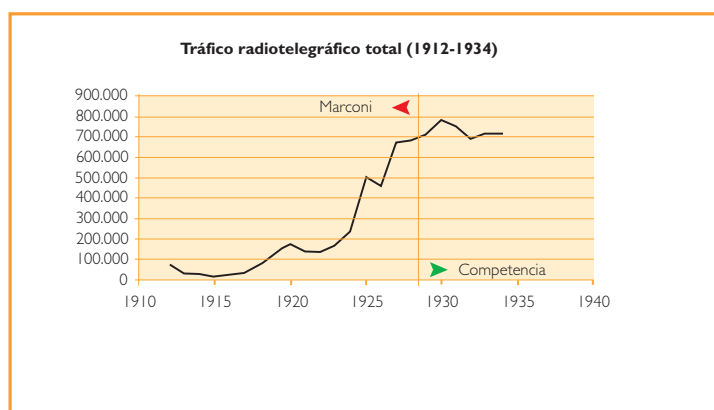
Las estaciones «heredadas» de la Concesionaria se caracterizaban por unas grandes antenas en forma de pirámide invertida soportadas por cuatro mástiles de 75 metros de altura. Por el contrario, las antenas de las costeras de mayor potencia fabricadas por Marconi (como las de Aranjuez, Vigo y Barcelona) utilizaban cinco mástiles para su sujeción. Las estaciones de menor alcance se servían de un único mástil. Como dato histórico cabe mencionar que la estación de



Costera de Santander (3ª clase), instalada por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, empresa participada por Marconi



Costera de Finisterre (2ª clase), instalada por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, empresa participada por Marconi



(Izquierda) Tráfico radiotelegráfico total, incluyendo el servicio internacional, cursado por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos hasta 1927. A partir de este año intervienen varias compañías. Se observa una cierta consolidación del servicio a partir de 1917

(Derecha) Número de radiotelegramas desglosados por servicios. Puede apreciarse un estancamiento del servicio móvil marítimo desde comienzos de los años veinte mientras que el servicio internacional crece fuertemente

Aranjuez fue inaugurada por el rey Alfonso XIII el 27 de enero de 1912, y visitada por Marconi en el mes de mayo de ese mismo año.

Algunas de las estaciones explotadas por la Compañía Nacional se integraron en 1912 en la red telegráfica del Estado. Así, las costeras de Cádiz y Tenerife se utilizaron temporalmente para enlazar la Península con Canarias con motivo de una de las frecuentes averías del cable submarino telegráfico que unía ambas costas. A causa de este hecho, durante ese año se cursaron en España más de 75.000 radiotelegramas, cifra que, aunque sólo suponía el 1 por 100 del número total de telegramas, se puede considerar significativamente alta teniendo en cuenta lo incipiente del servicio. Por otro lado, en julio de 1913 las estaciones de Aranjuez y Vigo comenzaron a cursar tráfico radiotelegráfico con Gran Bretaña, a través de Poldhu.

El tráfico radiotelegráfico total (incluyendo el internacional) cursado por la Compañía Nacional tuvo un crecimiento sostenido hasta el fin del monopolio de las radiocomunicaciones en el año 1927, con los naturales períodos de mayor y menor actividad, observándose una cierta consolidación a partir de 1917, tal y como muestra el gráfico anterior.

A partir de 1927 son ya varias las compañías que intervienen en el servicio internacional, como después se verá. Hay que subrayar que no todos los radiotelegramas cursados corresponden al servicio marítimo. Al contrario, éste supone una parte minoritaria del tráfico generado. En el gráfico anterior puede apreciarse la considerable diferencia entre el número de radiotelegramas de los servicios fijo y móvil marítimo, observándose también que mientras la evolución del primero seguía una tendencia creciente a comienzos de los años veinte, el segundo parecía estancarse en el mismo período. Quizá de estos datos pueda inferirse una falta de rentabilidad del servicio móvil marítimo, circunstancia que explicaría la razón por la que su prestación ha carecido históricamente de un gran interés para los operadores.

Mediante Real Orden de 8 de abril de 1926, siendo presidente del gobierno el general Primo de Rivera, se aprobó a propuesta del Ministerio de la Guerra lo que puede considerarse el primer cuadro nacional de atribución de frecuencias, aquí llamado «Cuadro de longitudes de onda a que habrán de sujetarse los servicios radioeléctricos en España». A la marina mercante se le atribuyó la longitud de onda de 600 metros (500 kHz) y, para comunicaciones a gran distancia, 1.800 metros (166,66 kHz). A los radiofaros, utilizados como sistemas de ayuda para la determinación de la posición de los barcos, se les adjudicó la longitud de 1.000 metros.

## La liberalización de las radiocomunicaciones

Conviene comenzar este apartado aclarando que la liberalización del servicio radiotelegráfico, extensiva también al radiotelefónico, apenas tuvo influencia en el servicio móvil marítimo, no pudiéndose hablar de la existencia de competencia en este sector, algo por otro lado lógico dadas sus peculiaridades. Por esta razón, la breve descripción que sigue no aborda este aspecto, dando por entendido que en la práctica el servicio móvil marítimo, o servicio costero<sup>10</sup> como

<sup>10</sup> En las referencias que se hacen a partir de aquí al servicio costero, ha de entenderse que éste incluye también las comunicaciones con los barcos en navegación fuera de la zona del tráfico costero español.



se le denominaba en ocasiones, era prestado básicamente por un solo operador en nombre del Estado, cuando no era éste quien lo explotaba directamente.

El monopolio ejercido por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos en el ámbito de la radiotelegrafía se acabó el 30 de marzo de 1927, fecha del Real Decreto-Ley que adjudicaba a la Sociedad Radio Argentina una concesión, mediante la utilización de «*corrientes electromagnéticas de gran frecuencia*» (Onda Corta), para la explotación del servicio radiotelegráfico entre España y Argentina. La concesión, que se amplió después al servicio radiotelefónico por Real Orden de 20 de agosto de 1929, incluía la comunicación con los barcos en navegación fuera de la zona del tráfico costero español, y se limitaba a una sola estación, posteriormente ubicada en Madrid, sin cerrar la posibilidad futura de nuevas estaciones previa justificación de su necesidad y sujetas a los mismos trámites. El plazo de la concesión concluía el 31 de marzo de 1952 (24 años después), prorrogable tácitamente durante 15 años más.

Es significativa la aclaración que en la Exposición de motivos del Real Decreto-Ley se realizaba, al considerar prudente no cerrar el camino a otras concesiones que pudieran ser solicitadas y, a tal efecto, proponer el otorgamiento sin el carácter de monopolio. Explicaba que la concesión se hacía mediante Decreto-Ley «*por*



*cuanto pueda estar en pugna esta forma de otorgarla*<sup>11</sup> *con la legalidad vigente*». Parece evidente que con la fórmula empleada se intentaba evitar un posible conflicto con la Ley de 26 de octubre de 1907 y su normativa de desarrollo, todavía en vigor, que declaraba al servicio radiotelegráfico monopolio del Estado.

A la luz de lo dicho resulta muy llamativa la denegación de una concesión para el servicio radiotelegráfico internacional solicitada en 1929 por la Compañía Nacional de Radio, cuando el Ministerio de Comunicaciones, ya

en tiempos de la Segunda República, mediante Orden de 15 de junio de 1931 justificaba que no existía precepto legal alguno que autorizase tal concesión; que ésta no respondía a necesidad de urgente interés público; que en todo caso estos servicios debían otorgarse en pública subasta según la Ley vigente de 1907, y que «*si las actuales concesiones otorgadas sin norma legal pueden entorpecer un plan conjunto, el obstáculo sería mayor y se aumentaría el perjuicio con otra concesión análoga*». Esta medida significaba en la práctica una «congelación» del «statu quo» existente, dándose a entender que no habría nuevas concesiones, salvo por razones de interés público y siempre mediante subasta.

Volviendo al año 1927, el llamado Sindicato Transradio Español, agrupación de empresas relacionadas con las radiocomunicaciones, entre ellas la propia Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, había solicitado autorización para establecer servicios de radiocomunicaciones entre España y otros países europeos y americanos. El Gobierno, mediante Real Decreto-Ley de 24 de diciembre de 1927, accedió a adjudicar la concesión para explotar los servicios radioeléctricos de comunicación de carácter internacional europeos y extraeuropeos, justificando esta actuación en el interés general y en la solvencia técnica del consorcio, que ejercía los derechos en España sobre las patentes de la Marconi's Wireless Telegraph, la Compagnie Generale de Télégraphie sans Fils y la Sociedad Telefunken. Aunque la licencia se concedía al Sindicato Transradio Español, el Decreto estipulaba que la misma sería para la compañía, después llamada Transradio Española, que quedaría constituida antes de formalizarse la correspondiente escritura. El plazo de la concesión era de 25 años, prorrogable tácitamente durante 15 años más. La concesión a Transradio tampoco entrañaba monopolio ni exclusividad de ningún género y, al igual que en el caso de la Sociedad Radio Argentina, incluía la comunicación con los barcos en navegación fuera de la zona del tráfico costero español, ampliándose posteriormente su ámbi-

Costera de Aranjuez recogida en Bahamonde y otros, 2002. Esta instalación procedía de la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos y fue explotada por Telefónica para el servicio móvil marítimo radiotelegráfico en Onda Corta

11 Se entiende que se refiere a la ausencia de subasta pública.



El servicio móvil marítimo acabó con el aislamiento histórico de los navegantes, mejorando definitivamente la seguridad de la vida humana en el mar. La foto corresponde a un transmisor de radio de onda corta utilizado en una estación costera de Telefónica

to también al servicio radiotelefónico por Real Orden de 10 de agosto de 1928. La licencia obligaba a Transradio a emitir todos los días gratuitamente «una información diaria hispano americana», así como un servicio meteorológico. En el Reglamento de servicio, que se aprobó poco después mediante Real Orden de 23 de mayo de 1928, se especificaba que la Administración entregaría a la compañía para la transmisión radioeléctrica cuantos telegramas se depositasen en las oficinas telegráficas españolas que llevasen la indicación «Vía Transradio», y que el Estado percibiría el 10 por 100 de los ingresos brutos por el tráfico internacional total cursado.

Por lo que respecta al servicio de radiocomunicaciones marítimas tanto dentro como fuera de la zona del tráfico costero español, o servicio móvil marítimo propiamente dicho, hay que recordar que se liquidaba con pérdidas, según venía manifestando reiteradamente la Nacional y así lo verificó la Comisión de peritos establecida por Gobernación en 1915. A este respecto, el Real Decreto-Ley de concesión a Transradio disponía que esta empresa estaba obligada a tomar a su cargo la explotación de las estaciones y servicios que la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos tuviera en explotación, una vez determinada mediante liquidación su situación. De esta forma, para el servicio costero español, que el Gobierno consideraba esencial, el Estado fijaría en el momento oportuno las bases para su prestación, teniendo en cuenta los compromisos internacionales y la protección de la vida humana en el mar. Así, por Real Decreto-Ley de 29 de abril de 1929, el Estado rescindía el contrato con la Nacional, entendiéndose que se realizaba de común acuerdo entre ambas partes. En la Exposición de motivos se explicaba que el servicio se saldaba con pérdidas y que la empresa se mantenía únicamente con la esperanza de ser compensada cuando se llevase a cabo la novación del contrato, y por haberla amonorado durante los últimos años por la autorización que se dio al Sindicato Transradio Español, en el que estaba integrada, para prestar el servicio radiotelegráfico internacional. El Gobierno pensaba que la base equitativa en que podría haberse cimentado la novación del contrato habría podido encontrarse concertando con la Nacional la prestación con carácter exclusivo de los dos servicios: el costero, objeto de su concesión con el Estado, y el internacional. Sin embargo, habiendo acordado entretanto declarar libres los servicios radiotelegráficos internacionales, esta solución ya no era viable. Por ello el Real Decreto-Ley autorizaba a la Nacional a gestionar y realizar directamente la compraventa con Transradio, que debían acordar entre sí su precio, reservándose el Estado el derecho de arbitraje. Asimismo, se traspasaban definitivamente los grupos de estaciones Madrid-Aranjuez-Alcobendas y Barcelona-Prat de Llobregat-Campo de la Bota para prestar servicios radiotelegráficos internacionales, y todas las costeras.

La fecha del traspaso de las costeras se fijó en el 1 de junio de 1929 mediante Real Orden de 14 de mayo de ese año. En la misma se obligaba a Transradio a prestar el servicio costero, exigiendo la llevanza de una contabilidad separada para este servicio. Sin embargo, reconociendo expresamente que el servicio que se obligaba a prestar en nombre del Estado podría ser con perjuicio de los intereses de la empresa, por no poderse cubrir los gastos de explotación con los ingresos obtenidos, la Orden preveía que si el saldo fuese negativo el Estado pagaría su valor. En caso contrario el saldo quedaría a favor de la compañía, excepto un 10 por 100 en concepto de tasas. De esta forma se aseguraba la continuidad del servicio móvil marítimo. Por otra parte, la condición 18 de la Orden, de la que pronto se haría uso, establecía que la concesión del servicio móvil marítimo era aneja a la concesión principal (el servicio internacional), por lo que su duración sería la misma que la de ésta salvo que al Estado conviniese, por cualquier razón y en cualquier momento, suspender la obligación de prestación del servicio marítimo. Como aspectos anecdóticos del traspaso cabe citar la obligación de Transradio de conservar en sus puestos de trabajo a los operadores radiotelegrafistas de las costeras con los mismos sueldos, y que cualquier variación en la plantilla requería la autorización previa de la Dirección General de Comunicaciones.

Para la explotación de las comunicaciones España-Cuba y España-Brasil, se concedieron el 8 de enero de 1929 sendos títulos habilitantes a las empresas Compañía Internacional Radiotelegráfica Española y Agencia Americana, respectivamente. La primera concesión (España-Cuba) pasó un año después a la Compañía Intercontinental Radiotelegráfica Española. Sin embargo, la existencia de estas compañías operadoras resultó efímera: en 1932 quedaron can-

celadas ambas concesiones. Por otro lado, mediante Real Orden de 21 de julio se amplió el ámbito de la licencia de radiotelegrafía de Transradio para cubrir los enlaces desde Madrid a Río de Janeiro, La Habana y Nueva York, desde sus estaciones de Onda Corta de Alcobendas y Aranjuez.

En este año de 1929 entró en la escena de los servicios de radiocomunicaciones la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE): el 21 de julio se le autorizaba a prestar el servicio radiotelefónico directo entre España y Argentina. El servicio se prestaría por medio de las estaciones de Onda Corta que estaba instalando en las localidades madrileñas de Pozuelo del Rey y Griñón. Esta concesión era ampliable a otros países de América y Europa. Como dato anecdótico, el ministro del Ejército dio cuenta al de Gobernación de que el transmisor de Pozuelo habría de producir interferencias en la estación militar receptora de información meteorológica de Morata de Tajuña, separada de la anterior unos doce kilómetros, debido a los potentes haces de 60 kW dirigidos a Buenos Aires. El problema fue finalmente resuelto.

Por aquella época, la empresa Hispano Radio Marítima, filial de la francesa Société International de Télégraphie sans Fils, tenía a su cargo la administración de la mayor parte de las estaciones de a bordo de los buques mercantes españoles. Ello propició que la Dirección General de Comunicaciones autorizase a dicha compa a, mediante Real Orden de 14 de diciembre de 1929, la formalización y liquidación de las cuentas derivadas de los radiotelegramas que cursasen las estaciones instaladas en todos los barcos mercantes españoles, tanto con las navieras españolas, como con las Administraciones en los demás países del mundo. Esta forma de llevar la contabilidad simplificaba el trabajo de la Administración al minimizar el número de relaciones que ésta tenía que mantener con las numerosas navieras españolas, ya que así sólo tendría que entenderse con la Hispano.

Como se viene señalando, la rentabilidad del servicio móvil marítimo era m s que dudosa, presentando muchas más expectativas el servicio fijo internacional. Por ello, la prestación del servicio costero se impuso en 1929 a Transradio Española de forma que las posibles pérdidas que experimentase fuesen sufragadas por la Administración. Pero este régimen dio lugar a que el déficit anual, que empezó en 1930 con unas 9.000 pesetas, ascendiese en el primer semestre de 1933 a m s de 94.000 pesetas. Por ello, la Dirección General de Telecomunicación, del Ministerio de Comunicaciones de la Segunda República, consideró lesiva para los intereses del Estado la gestión que se venía haciendo del servicio costero, y estimó que se debía dar por terminada la obligación impuesta a Transradio de prestar este servicio, haciendo uso de la citada condición 18 de la Orden de 14 de mayo de 1929. En esta situación se dictó la Orden de 21 de marzo de 1934, que declaraba revertidos al Estado el servicio costero y siete de las estaciones que se venían utilizando: Santander, Finisterre, Cádiz, Cabo de Palos, S ller, Melenara y Tenerife. Las tres restantes (Aranjuez, Vigo y El Prat) no se citaban en la Orden, por lo que hay que entender que quedaban adscritas exclusivamente al servicio internacional y a la comunicación con los barcos en navegación fuera de la zona del tráfico costero español, servicios que contemplaba la concesión de 24 de diciembre de 1927, cuyo plazo de 25 años estaba muy lejos de agotarse. Por otro lado, hay que recordar que las estaciones de Aranjuez y Vigo ya se venían utilizando para el tráfico radiotelegráfico internacional desde 1913, y que las estaciones de Madrid-Aranjuez-Alcobendas y Barcelona-Prat de Llobregat-Campo de la Bota fueron traspasadas a Transradio en 1929 para prestar dicho servicio. La Orden también declaraba revertida al Estado la moderna estación costera de San Lorenzo (Las Palmas), construida después de la rescisión del contrato del Estado con la Nacional para sustituir a la antigua costera de Melenara. Sin embargo, dado que la Administración carecía de medios suficientes para dotar de personal y material al servicio costero, mediante la misma disposición se aplazaba la incautación, excepto por lo que se refería a las estaciones de Melenara (Las Palmas) y Santa Cruz de Tenerife, de las que tomó posesión inmediatamente la Dirección General de Telecomunicación, quien ya había adquirido dos nuevas estaciones en 1933 con destino a las islas Canarias. Una de ellas se instaló en los terrenos de «Taco», ofrecidos por el cabildo insular de Tenerife en sustitución de la parcela que venía ocupando la vieja costera del barrio de las «Cuatro Torres» de la capital insular, bautizado con ese nombre precisamente en recuerdo de su descomunal antena. En



Estación transmisora de Pozuelo del Rey (Izquierda) y radio y equipo emisor de 30 KW (Derecha). La instalación procede de finales de los años veinte cuando Telefónica comenzó a explotar el servicio radiotelefónico internacional con América del Sur. Desde los años setenta se utiliza para prestar el servicio móvil marítimo radiotelefónico en Onda Corta



definitiva, los servicios costeros revertían al Estado pero la incautación de las estaciones no se completaría hasta que existiese disponibilidad en el presupuesto. Mientras tanto, su explotación seguiría efectuándose indefinidamente por Transradio Española a cargo del Estado de la misma forma que venía siendo hasta entonces, excepto en lo concerniente a Tenerife, donde la Administración asumió la prestación.

Por estas fechas del año 1934 la Administración española se encontraba ante un importante reto: la modernización antes del 1 de enero de 1935 de todas las costeras de radio-

telegrafía que funcionasen mediante ondas amortiguadas (ondas tipo B). A excepción de la citada de San Lorenzo (Las Palmas), todas las demás eran de este tipo. Hay que recordar que fue en la Conferencia de Madrid de 1932 donde se fijó la fecha límite para la transformación de las instalaciones. Dado que los presupuestos del año 1934, año de reversión al Estado del servicio móvil marítimo, no contemplaban crédito alguno para hacer frente a los gastos, hubo que habilitar recursos extraordinarios mediante la aprobación de la Ley de 7 de diciembre de 1934, siendo presidente de la II República Niceto Alcalá-Zamora, y del Gobierno Alejandro Lerroux. El crédito concedido ascendía a 977.500 pesetas para la compra de 5 transmisores, 5 receptores y 3 edificios en Vigo, La Coruña y Palma de Mallorca. El destino de los equipos eran, además de las ciudades citadas, Cádiz y Tenerife. La Dirección General de Telecomunicación fue autorizada a contratar directamente la transformación de las costeras, para lo que publicó el 23 de diciembre de 1934 en la *Gaceta de Madrid*, las condiciones económicas y técnicas del concurso: dadas las fechas, era evidente la imposibilidad material de cumplir con lo acordado en la Conferencia de 1932. Los transmisores radiotelegráficos a adquirir eran de una potencia de 1,5 a 2 kW en la banda de 120 a 600 kHz, debiendo ser los circuitos «indeformables e insensibles a las trepidaciones». Los receptores tenían que ser de tipo superheterodino y de la misma banda que la de los transmisores. Las condiciones del suministro debían verificarse por ingenieros de telecomunicación designados por la Dirección General citada.

Puede afirmarse que en la etapa previa a la Guerra Civil existía en España un duopolio radiotelegráfico y radiotelefónico formado por Transradio y el grupo CTNE - Radio Argentina, ambas empresas controladas por la americana ITT (International Telephone & Telegraph). Durante este período, Transradio mantuvo una cierta pugna con la CTNE, pero aquella se hizo con el liderazgo de las radiocomunicaciones, quizá gracias al control que ejercía sobre las patentes de la Marconi's Wireless Telegraph, la Compagnie Generale de Télégraphie sans Fils y la Sociedad Telefunken, y a la encomienda de gestión de la red de estaciones costeras del Estado. Esta posición de dominio se mantuvo inalterable hasta finales de 1962, cuando fue absorbida por la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL).

Terminada la Guerra Civil, algunas empresas de radiocomunicaciones fueron nacionalizadas por el régimen franquista, como la Hispano Radio Marítima y Radio Industria Bilbaína, e incorporadas en 1947 al Instituto Nacional de Industria (INI)<sup>12</sup> como filiales de la Empresa Nacional Radio Marítima, S.A. (RADIOMAR). Por su parte, Transradio Española también pasó al ámbito público como filial de la empresa Torres Quevedo, S.A., perteneciente al INI. La Compañía Internacional de Radio Española, S.A. (CIRESA), filial asimismo de la Torres Quevedo, se hizo cargo en 1953 de la concesión de Radio Argentina, que explotaba varios enlaces transatlánticos y el servicio de comunicaciones con los barcos en navegación fuera de la zona del tráfico costero español, al haber expirado su licencia en el año anterior.

<sup>12</sup> Creado por la Ley de 25 de septiembre de 1941 con el objetivo de crear una industria nacional fuerte y autosuficiente en sectores estratégicos. En sus actuaciones utilizaba métodos de sociedades anónimas. Se suprimió por Real Decreto-Ley 5/1995.

## La Compañía Telefónica Nacional de España

El 30 de noviembre de 1962 inició sus actividades la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) mediante la fusión de varias empresas públicas, entre ellas Transradio y Cire-sa. ENTEL fue creada por el INI a instancias de Presidencia del Gobierno. Uno de sus objetivos era integrar en una sola compañía estatal la operación de los servicios internacionales de radiotelegrafía y radiotelefonía. Sin embargo, el servicio móvil marítimo fue encomendado a la Dirección General de Correos y Telégrafos, quien lo explotó directamente durante el resto de la década de los sesenta.

En 1970 el INI vendió a la CTNE, que en ese momento era una compañía semipública, la totalidad de las acciones de ENTEL y de las otras empresas públicas de radiocomunicaciones por un precio total de algo más de 965 millones de pesetas. La operación se realizó previo Real Decreto 3585/1970, de 21 de diciembre, que también ordenaba la transmisión de la concesión del servicio móvil marítimo al operador telefónico. De este modo, Telefónica se hizo con la titularidad en exclusiva de todos los servicios radiotelegráficos y radiotelefónicos, tanto marítimos como internacionales.

Al poco tiempo de comenzar a prestar el servicio costero, Telefónica disponía de una red de estaciones compuesta por más de 30 estaciones de Onda Media (MF) y Onda Corta (HF), de las que 25 eran de radiotelefonía y el resto de radiotelegrafía. El operador venía prestando desde 1929 servicios radiotelefónicos en Onda Corta con algunos países americanos. Ello facilitó la incorporación de esta modalidad al servicio marítimo, lo que permitía comunicar vocalmente con barcos situados en cualquier parte del mundo. La radiotelefonía se introdujo con mucha rapidez, aunque sin llegar a sustituir totalmente a la radiotelegrafía hasta el año 1999. El servicio marítimo en Onda Corta se prestaba desde la provincia de Madrid a través de estaciones separadas geográficamente. Los transmisores radiotelegráficos se situaban en la antigua costera de Aranjuez, que procedía de etapas anteriores y fue acondicionada para su nueva misión.

Los transmisores de radiotelefonía estaban ubicados en la localidad de Pozuelo del Rey. Esta estación era propiedad de Telefónica desde finales de 1929, y se había empleado en el servicio radiotelefónico internacional. Se utilizaban varios canales de las bandas de 4, 6, 8, 13, 17 y 22 MHz.

El servicio de Onda Corta se operaba inicialmente de forma centralizada desde el centro de control de Alcobendas, aunque entre los años 1975 y 1976 pasó a serlo desde la estación receptora de Griñón, donde se recibían todas las comunicaciones procedentes de los barcos.

Centro de control de Alcobendas (*derecha*) y estación receptora de Griñón (*izquierda*). Desde el primero, Telefónica operó inicialmente el servicio móvil marítimo en Onda Corta. A partir de 1975 pasó a hacerlo desde la estación de Griñón, ambos en la provincia de Madrid. Fuente Bahamonde y otros



Red de estaciones costeras de Telefónica en 1980. Puede apreciarse el gran número de costeras radiotelegráficas que todavía operaban en la época

La razón de la separación geográfica de los equipos de transmisión y recepción habría que buscarla en la necesidad de evitar interferencias en estos últimos. Hay que tener presente que la operativa de la Onda Corta requiere de una gran diversidad de frecuencias, lo que hace probable que se esté emitiendo y recibiendo a la vez por varios canales. Por otro lado, con el paso del tiempo se introduciría la modalidad dúplex, que requiere la transmisión y recepción simultánea, lo que también aconseja la separación de las antenas.



A partir de 1975, año en que Telefónica abordó un plan de mejora del servicio marítimo, comenzó a instalarse una red superpuesta de estaciones costeras de poco alcance en la banda de VHF siguiendo las recomendaciones de la Organización Marítima Internacional y las obligaciones contraídas con el Estado.

Centro de comunicaciones marítimas Diana, en Madrid. Desde este centro, Telefónica opera las estaciones costeras de Onda Media y VHF. En 1986 también se transfirió a Diana la operativa de las costeras de Onda Corta



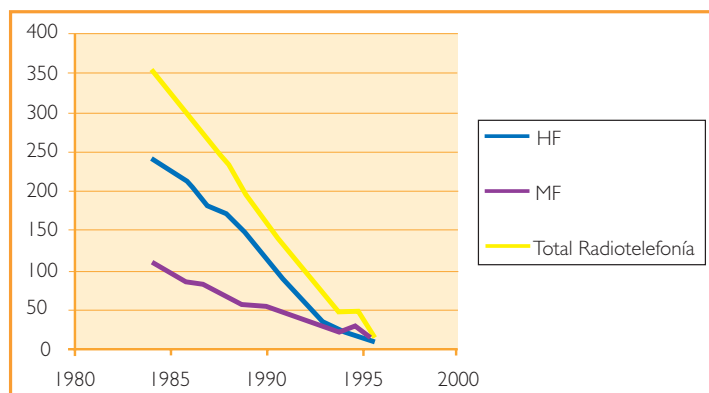
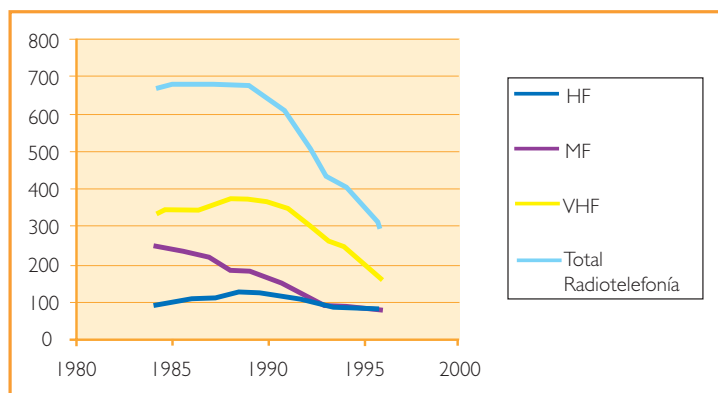
Además, Telefónica desarrolló una nueva red de costeras de Onda Media. Ambas redes pasaron a ser operadas desde el centro de comunicaciones marítimas conocido con el nombre de Diana, por llamarse así la calle de Madrid donde está ubicado. Entre los años 1985 y 1986 también se transfirió a Diana la operativa de las costeras de Onda Corta.

Tanto las costeras radiotelefónicas de Onda Corta como las de Onda Media estuvieron funcionando en modulación de amplitud hasta finales de los setenta y comienzos de los ochenta. A partir de aquí, por recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las estaciones fueron adaptadas para su operativa en banda lateral única, dado su menor consumo de ancho de banda y mejor eficiencia energética.

(Izquierda) Tráfico radiotelefónico en miles de llamadas. En el gráfico se aprecia un caída continuada del tráfico radiotelefónico desde comienzos de los años noventa

(Derecha) Tráfico radiotelegráfico en miles de telegramas. Se observa una fortísima caída del número radiotelegramas desde los años ochenta

El tráfico radiomarítimo de correspondencia pública cursado por las costeras de Telefónica ha venido decreciendo drásticamente desde finales de la década de los ochenta, sobre todo por lo que concierne a la radiotelegrafía, debido a la aparición de servicios alternativos tales como los basados en satélites y la telefonía móvil automática, sistema este que puede competir en las cercanías de las costas con las estaciones de VHF.





El servicio radiotelegráfico en Código Morse dejó de prestarse por Telefónica el 30 de abril de 1999. El viejo sistema, tras casi un siglo de operativa en la radio, fue reemplazado por el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos.

En el año 2005, la red de estaciones de Telefónica estaba compuesta por una estación costera de Onda Corta, diez de Onda Media y 34 de VHF. Los servicios prestados son los de socorro

Red de estaciones costeras de Telefónica en 2005. Se observa la desaparición de las estaciones radiotelegráficas

en MF y HF (en los canales habituales y en los de llamada selectiva), correspondencia pública (conexión con el servicio telefónico, envío de telegramas y fax), boletines meteorológicos y avisos a los navegantes. Además, Telefónica dispone de cuatro centros emisores NAVTEX en 518 kHz.

*Aspectos competenciales*

La importancia del servicio móvil marítimo radica no tanto en la correspondencia pública, sino en que a través suyo se presta el servicio de seguridad de la vida humana en el mar. Éste se ha venido ofreciendo por Telefónica desde 1971. Sin embargo, la liberalización de los servicios de telecomunicación hizo variar este régimen, máxime teniendo en cuenta que se trata de un servicio deficitario. La Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, definió una serie de servicios obligatorios entre los que se incluyó el de seguridad de la vida humana en el mar, cuya prestación encomendó a la Dirección General de la Marina Mercante. La disposición transitoria novena preveía que durante un periodo de cuatro años la Dirección General lo prestaría a través de Telefónica. Este operador, por tanto, viene prestando el servicio desde 1998 mediante un contrato de gestión indirecta que se ha renovado en varias ocasiones.

Por otro lado, la entidad pública SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima), creada por la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante de 1992 y adscrita al Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de la Marina Mercante, es el organismo responsable de los servicios de búsqueda y salvamento (servicios SAR) en el área geográfica asignada a España por la Organización Marítima Internacional, que abarca aproximadamente 1.500.000 km<sup>2</sup> de los mares que circundan España y algunos países de África Occidental. SASEMAR dispone de varios centros de coordinación de salvamento



Red de centros de coordinación de salvamento marítimo de SASEMAR (Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima), adscrita a la Dirección General de la Marina Mercante

(CCS) marítimo que se encargan de gestionar las operaciones de búsqueda y salvamento en el ámbito geográfico asignado a cada uno de ellos.

En Madrid se encuentra el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento, que tiene como función coordinar a los centros periféricos, sirviendo al mismo tiempo de enlace con los centros equivalentes en otros países.

## Bibliografía

Bahamonde Magro, Ángel, Martínez Lorente, Gaspar y Otero Carvajal Luis Enrique (2002). *Las Telecomunicaciones en España: Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

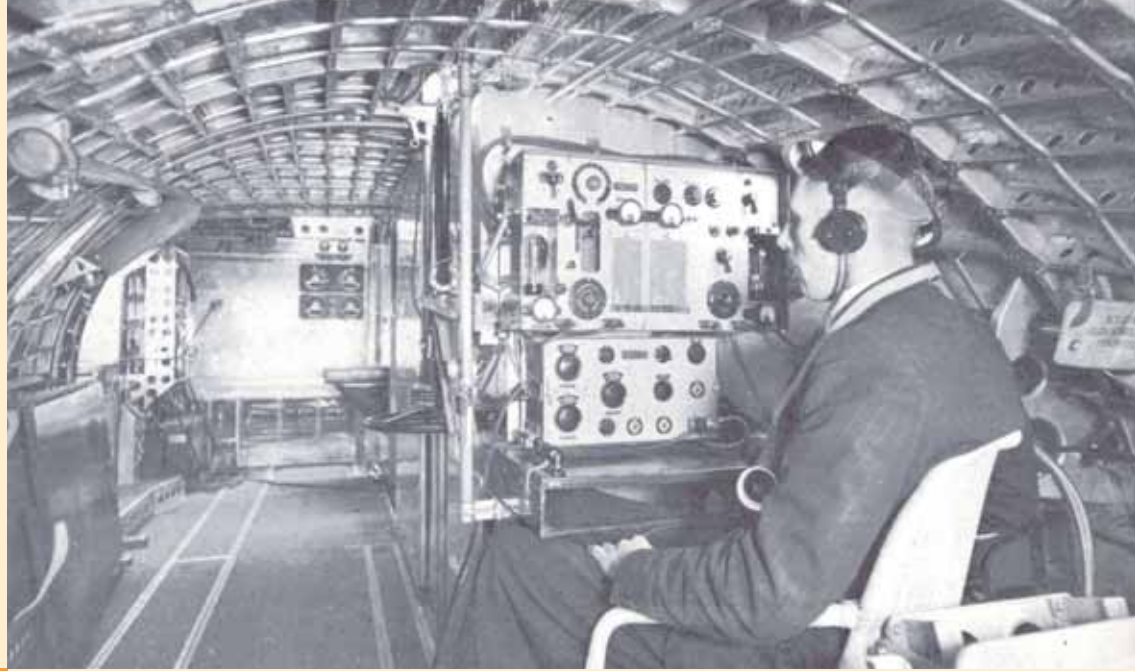
Delegación del Gobierno en Telefónica (varios años) *Memorias anuales de la Delegación del Gobierno en Telefónica*. Ministerio de Fomento.

*Gaceta de Madrid* (varios años)

Romeo López, José María (1990). *Exposición histórica de las telecomunicaciones*. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.

Sánchez Miñana, Jesús (2004) *La introducción de las radiocomunicaciones en España (1896-1914)*. Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones.





En los años 20 se expanden los equipos de tierra y de a bordo para dar servicio a los aviones postales y de pasajeros. En la fotografía se aprecia una estación radiotelefónica de a bordo de un avión comercial británico, que incluye una antena escamoteable del radiogoniómetro (UIT)



# La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio móvil aeronáutico en España

Peregrín Pascual Chorro

El servicio móvil aeronáutico se define como el servicio de radiocomunicaciones que se realiza entre estaciones de tierra y estaciones embarcadas a bordo de aeronaves y entre aviones entre sí (Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT). Debido a su estrecha relación con el anterior, en este capítulo se van a incluir otros servicios de telecomunicaciones aeronáuticas como son los servicios de radiolocalización, radio-determinación y radionavegación conocidos todos ellos como ayudas a la navegación aérea.

## Los comienzos de la radio en la aviación

En 1901, cuando Marconi realiza la primera transmisión transatlántica, los aparatos voladores más pesados que el aire no existen todavía. La invención de Guillermo Marconi rompe las barreras del espacio entre estaciones fijas separadas miles de kilómetros de distancia, permitiendo la comunicación con estaciones móviles situadas en barcos que navegan por alta mar. Sin embargo, resulta curioso observar que su empleo no se popularizara en los ferrocarriles para las comunicaciones con los trenes (tren tierra) hasta la década de los años setenta del siglo XX.

La invención del aeroplano es uno de los pocos grandes inventos posteriores al de la radio, en un mundo que inicia una vertiginosa carrera tecnológica, que afectará, principalmente, al mundo de las comunicaciones en todos sus aspectos. Es en 1903 cuando los hermanos Wright hacen volar el primer aparato de dichas características, propulsado mecánicamente. Pronto la aviación aprovecharía las importantes ventajas de las comunicaciones radioeléctricas, superando poco a poco algunas limitaciones técnicas y una guerra. La industria aeroespacial, las telecomunicaciones y la electrónica están desde entonces estrechamente ligadas.

Ya en 1899 Marconi usa transmisores y receptores colgados de globos cautivos<sup>1</sup> para algunos de sus experimentos, y en 1907 se consiguen recibir señales mediante primitivos receptores magnéticos embarcados a bordo de globos y dirigibles, en experimentos patrocinados por el Cuerpo de Transmisiones del Ejército británico.

En agosto de 1910 los canadienses John McCurdy y Frederick Baldwin (colaboradores de Alexander Graham Bell en una sociedad aeronáutica experimental fundada por éste) realizan la primera transmisión radiotelegráfica desde un avión en vuelo arrastrando una antena de quin-

<sup>1</sup> Son globos que se mantienen unidos a tierra por un cable que les hace descender o elevarse; pueden ser tripulados, usados como observatorio, especialmente como ayuda a la artillería, o simplemente como barreras volantes y obstáculos a la aviación.



ce metros desde su biplano cerca de Nueva York. Poco después Marconi efectúa pruebas en Salisbury Plain, Inglaterra, llevadas a cabo por Robert Loraine, al mismo tiempo que en Francia el capitán Brenot monta un transmisor radiotelegráfico en un avión *Bleriot* y el comandante Ferrier lo hace en el dirigible *Clement Bayard II*. Entre 1911 y 1912 la Marina estadounidense realiza las primeras pruebas de equipos radiotelegráficos a bordo de aviones a cargo del Capitán C.H. Maddox<sup>2</sup>.

Naturalmente, las dificultades iniciales no son pocas. En principio los aparatos radiotelegráficos son pesados, además de voluminosos, y operan en longitudes de onda muy largas, por lo que requieren antenas muy grandes que precisan de un generoso suministro de energía. Sin embargo las aeronaves son todavía de madera y tela, y el uso de los aparatos radiotelegráficos en esas condiciones es complicado. Además, la operación del morse significa una carga adicional para el piloto. Sólo en los aviones comerciales más grandes sería posible, años más tarde, embarcar los equipos y contar con un tripulante especializado en la radiotelegrafía.

Tras estos hitos, las compañías Marconi y Telefunken, y otras empresas francesas y norteamericanas empiezan a fabricar aparatos telegráficos de a bordo con los cuales las aeronaves pueden contactar con los aeródromos para comunicar su posición, pero por entonces sus capacidades de recibir información en vuelo son todavía muy limitadas. Sin embargo, la comunicación bidireccional es ya una necesidad y recibir información meteorológica, comunicar las arribadas y recibir instrucciones para las maniobras de aproximación y aterrizaje, en especial cuando las condiciones de visibilidad son desfavorables, son comunicaciones que se empiezan a considerar importantes.

En los aeródromos se instalan estaciones telegráficas, que envían la información sobre la partida y llegada de las aeronaves por líneas terrestres convencionales a los aeropuertos de destino. Se colocan, también, radiogoniómetros<sup>3</sup> para «marcar» las emisiones de los transmisores de avión, siendo éste el primer servicio de radiolocalización, por el cual se mide el ángulo de orientación horizontal hacia la aeronave.

Sin embargo, la recepción a bordo de las comunicaciones radiotelegráficas se dificulta por las interferencias que ocasiona el sistema de encendido de los motores de los aviones, aunque éstas suponen un paso adelante muy importante, tanto para los servicios de aeródromo como para las comunicaciones a larga distancia. Si bien los receptores de galena se consideran una alternativa a utilizar en los aviones, debido a su ligereza y sencillez, su baja sensibilidad y el elevado nivel sonoro de a bordo dan una pobre inteligibilidad a las recepciones, por lo que tampoco se convierten en un sistema aceptable.

A pesar de ello, durante la Primera Guerra Mundial se generaliza la instalación de transmisores radiotelegráficos a bordo de aeroplanos y dirigibles de observación que comunican a tierra importantes informaciones para los ejércitos.

Afortunadamente, a poco de concluir la Primera Guerra Mundial los problemas de recepción se resuelven con la invención y perfeccionamiento del radioteléfono, que aprovecha invenciones ya existentes, como la *válvula termoiónica de vacío* de Ambrose Fleming (1904) y el *audiófono* de Lee de Forest (1906), que hacen posible la modulación de una onda continua con la amplitud de la voz y, por lo tanto, la transmisión de voz a través de las ondas radioeléctricas<sup>4</sup>. Apa-

Desde 1910 empezaron a instalarse equipos transmisores radiotelegráficos en aeroplanos. En 1919 fueron los equipos radiotelefónicos. En la imagen se muestra un equipo AD, primer aparato de telefonía sin hilos de a bordo de Marconi

2 [www.marconicalling.com](http://www.marconicalling.com). *Del semáforo al satélite*. UIT. Ginebra 1965. L.S. Howeth. *History of Communications-Electronics in the United States Navy* Washington 1963.

3 Aparatos receptores de ayuda a la navegación, que permiten determinar la dirección de una señal radioeléctrica.

4 La invención del triodo o audiófono permite amplificar las señales eléctricas utilizadas en radio y generar ondas electromagnéticas continuas que son fácilmente modulables en amplitud.

5 Cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general.

rece la radiodifusión de ondas sonoras<sup>5</sup>, y los radioteléfonos adquieren un importante papel, al transmitir mensajes vocales sin necesidad de la especializada manipulación morse, lo que a bordo de aeronaves es una comodidad. En 1920 se instala en un avión el primer transmisor telefónico inalámbrico, y rápidamente los equipos radiotelefónicos se extienden, sobre todo en los aviones monoplazas, si bien los aviones de transporte continúan llevando navegante y radiotelegrafista.

Al equipamiento de a bordo se añaden pronto los radiogoniómetros, con los cuales nacen los servicios de radiolocalización<sup>6</sup> y radiodeterminación<sup>7</sup>. La disponibilidad de receptores de a bordo mejorados permite que las estaciones radiotelegráficas terrestres sean pronto aprovechadas para que los aviones equipados con estos radiogoniómetros, que en principio están equipados con antenas de cuadro orientadas manualmente, puedan orientarse en función de la medida del ángulo en dirección a la emisora.

Hasta la Segunda Guerra Mundial las líneas aéreas transatlánticas se expanden, y se emplean goniómetros para las recaladas de los aviones<sup>8</sup> que, por ejemplo, cubren las rutas de América del Sur, a lo largo de las costas africana y americana y las islas atlánticas, empleándose, incluso, en barcos de apoyo, como los utilizados por la compañía aérea Lufthansa, que permiten el amerizaje y despegue de los hidroaviones postales transatlánticos en alta mar y su reabastecimiento, además de servir como radiofaros flotantes. Ello requiere la instalación de estaciones radiotelegráficas de a bordo, de manera que los aviones equipados con goniómetros puedan guiarse, no sólo por los transmisores especializados (radiofaros), sino por las emisoras de radiodifusión. Las ventajas que conllevan las estaciones telegráficas en las aeronaves llevan a diseñar en esta época los primeros teleimpresores<sup>9</sup> para instalarlos en las mismas.

Todos estos avances requieren la implantación de las primeras normas relativas al empleo de las frecuencias y los modos de transmisión, así como las relacionadas con la utilización de los códigos y terminología (en los EE.UU. no existen problemas de idiomas ni de nacionalidad, pero en Europa se hablan muchos idiomas y se cruzan muchas fronteras). En las torres de control de los principales aeropuertos transoceánicos se empiezan a instalar completos equipos de radiotelegrafía, radiotelefonía y radiogoniometría, y comienzan a ensayarse y desarrollarse las ayudas para la navegación y el aterrizaje sin visibilidad en las zonas donde la niebla y el mal tiempo son frecuentes, así como también para las operaciones nocturnas.

Cuando se celebra en 1912 la Conferencia de Radiocomunicaciones de Londres ya hay en servicio radiotransmisores aeronáuticos embarcados, pero su significación es pequeña. Tras la Primera Guerra Mundial, en 1927 se reúne en Washington la Conferencia Internacional de Radiocomunicaciones, que debe hacer frente a la proliferación de transmisores radiotelegráficos y radiotelefónicos en aeronaves, y en ella se realizan atribuciones hasta 3.000 kHz y superiores, pero no es hasta la Conferencia de Madrid de 1932, primera conferencia conjunta Telegráfica (la XIII) y Radiotelegráfica (la IV), cuando se realizan las primeras solicitudes de frecuencias aeronáuticas por parte de los organismos aeronáuticos internacionales. La primera Conferencia administrativa telegráfica, telefónica y de radiocomunicaciones de la nueva Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), surgida de la Conferencia de Madrid de 1932 se celebra en El Cairo en 1938. Aquí se atribuyen canales de radiocomunicaciones para las rutas aéreas intercontinentales en la banda comprendida entre los 6.500 kHz y los 23,38 MHz, asignando canales a cada ruta, y con una amplia visión de futuro, llegando las atribuciones incluso hasta los 200 MHz. En esos años ya se van eliminando los transmisores de chispa<sup>10</sup>.

6 Técnica para determinar la posición y velocidad de un objeto mediante el radar. Es un servicio de radiodeterminación que se utiliza para fines de localización.

7 Técnica para fijar la posición de un objeto a través de ondas radioeléctricas.

8 Paradas que realizan los aviones para después continuar su trayectoria.

9 Los teleimpresores o teletipos son aparatos que permiten la transmisión de mensajes a través de un teclado mecanográfico, por lo que el operador ya no necesita codificarlos, como en el caso del morse. Además, la recepción del mensaje queda escrita.

10 *Del Semáforo al Satélite.*



Los equipos de radiocomunicaciones comienzan a ser vitales para el desarrollo de las grandes líneas aéreas de correo y pasaje. Imagen de un hidroavión Dornier «Wal» similar al *Plus Ultra* que realizó el primer salto del Atlántico Sur en 1926. Obsérvese la antena de cuadro del morro radiogoniómetro cerca del morro

## Los comienzos en España

En España, entre tanto, la implantación de las telecomunicaciones aeronáuticas parece lenta. En 1927 se crea el Consejo Superior de Aeronáutica, que empieza a publicar el *boletín* en 1929, donde se detallan los servicios de los aeródromos, incluyendo los de radiotelegrafía (también conocida como Telegrafía sin Hilos o TSH) y radiogoniometría. El Ministerio de Fomento contrata y forma a los primeros radiotelegrafistas de aeródromo. En 1931 la actividad aeronáutica pasa al recién creado Ministerio de Comunicaciones. Se crea la Dirección General de Aeronáutica Civil<sup>11</sup> que continúa publicando el *boletín* hasta 1936<sup>12</sup>. A ello hay que añadir la actividad de la Aeronáutica Militar (dependiente de los Ingenieros del Ejército) y de la Aeronáutica Naval.

La historia del vuelo del *Plus Ultra*<sup>13</sup> en 1926 resulta especialmente interesante, pues el propio Ramón Franco en su libro *De Palos al Plata* reconoce la eficacia del radiogoniómetro de su hidroavión Dornier-Wal. Este radiogoniómetro permite a la tripulación guiarse por las emisiones del transmisor radiotelegráfico del destructor de la Armada *Blas de Lezo*, que había sido destacado convenientemente, en el salto más importante del vuelo entre África y América, exactamente entre las Islas de Cabo Verde y la isla de San Fernando de Noroah. No hay que olvidar que la Marina fue muy madrugadora al probar e instalar equipos radiotelegráficos, ya entre 1904 y 1905.

En 1930 existen dos instalaciones militares equipadas con radiogoniómetros Telmar R.g.14, en Cuatro Vientos y en León, y posteriormente se amplían a Logroño, Sevilla, Los Alcázares (Murcia), así como Tetuán, Nador y Larache en el norte de África. En esta época la Aeronáutica Naval y la Militar ya han adoptado equipos radiotelefónicos Marconi A.D.6 de 150 vatios<sup>14</sup>.

En el Atlas de Aeródromos Españoles de 1934 aparecen muy pocos aeródromos con instalación radiotelegráfica: en la estación militar de Axdir en Alhucemas<sup>15</sup>; en una estación particular en el aeródromo de L'Aeropostale en Barcelona; en el Aeródromo de El Prat, de la Marina de Guerra usado como aeropuerto civil; en la base de hidroaviones de Barcelona; en Cabo Jubi (Ifni), con estaciones de 1.500 W de chispa y de 1.500 W de onda continua, en 600, 900, 1200 y 1600 m y radiogoniómetro; en la base militar de Ceuta; en Gando (Gran Canaria); en la estación militar de Granada; en la Escuela situada en el campo de Aerostación militar de Guadalajara; en la estación militar de Larache (que en la actualidad pertenece a Marruecos); en la

<sup>11</sup> Que actualmente depende del Ministerio de Fomento.

<sup>12</sup> Luis Utrilla en *Atlas de Aeródromos. España* (s.f.) Ed. facsímil. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) 1996.

<sup>13</sup> Hidroavión español que batió récords a nivel mundial. Su principal hazaña se refiere al viaje que realizó en 1926 partiendo de Palos de Moguer (Huelva) y llegando a Buenos Aires (Argentina) a cargo del cual se encontraba el piloto de reconocido prestigio a nivel internacional: Ramón Franco.

<sup>14</sup> Revista *Aérea*. N.º 84: julio 1930, pág. 24.

<sup>15</sup> Situado en el norte de África y que en la actualidad pertenece a Marruecos.

estación militar de Madrid-Cuatro Vientos; en Málaga, en Melilla y en la base aeronaval de Pollensa (Mallorca); en la estación militar de Sevilla; en la estación militar de Villa Cisneros (Sahara), con equipos de 2,5 kW en 600, 900 y 1.200 m); en Los Alcázares (Murcia) y en Tetuán (que en la actualidad pertenece a Marruecos). A través de este listado se puede apreciar cómo los aeródromos del norte de África (Marruecos, Ifni y Sahara), y en general los militares, están mucho mejor equipados en términos de radio que los escasos aeropuertos civiles, si bien se observa que no todas las estaciones se encuentran equipadas con radiogoniómetros.

Durante la Guerra Civil, de 1936 a 1939, la *Legión Cóndor* alemana trae a España equipos muy modernos: radiogoniómetros, radiofaros y radiobalizas<sup>16</sup>, y equipos radiotelefónicos de tierra y de avión, creándose un perfeccionado sistema de *protección de vuelo*, término con el que se designaría hasta entrados los años 60 lo que ahora conocemos como control de tráfico aéreo. Muchos de esos equipos se quedarán en España acabada la guerra y serán utilizados durante años.

## La radio en la aviación después de la Segunda Guerra Mundial

Acabada la Segunda Guerra Mundial, la OACI adopta la banda de frecuencias de VHF para las comunicaciones aeronáuticas radiotelefónicas. En la imagen una torre de control de aeródromo con las antenas de comunicaciones

Todavía durante el curso de la Segunda Guerra Mundial, se celebra entre noviembre y diciembre de 1944 la Convención de Chicago, a la que son invitados los países aliados y los neutrales, y que daría lugar a la OPACI (Organización Provisional de Aviación Civil Internacional), que se convertiría en la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) tras la Asamblea de Montreal de 1947. Ese mismo año España se adhiere a la misma, pero es expulsada, debido al aislamiento político internacional del régimen de Franco, y no vuelve a ser admitida hasta 1951, cuando dicho aislamiento se relaja debido a la guerra fría<sup>17</sup>. La OACI adopta las comunicaciones en VHF, ondas métricas, para las comunicaciones aeronáuticas y control de tráfico aéreo civil, y la UIT realiza la atribución de las bandas de VHF a dicho servicio móvil aeronáutico en su Conferencia de 1947 en Atlantic City, conservándose las comunicaciones en fonía en HF en las zonas donde no llega el alcance visual de las ondas métricas. El Anexo 10 al Convenio de la OACI contiene todo lo relativo a los sistemas de comunicaciones aeronáuticas, fijas y móviles, así como los sistemas de radiodeterminación, radiolocalización y radionavegación<sup>18</sup>.



La banda atribuida en 1947 por la UIT al servicio móvil aeronáutico abarca las frecuencias de VHF desde 118 hasta 136 MHz, siendo la que hoy continúa usándose universalmente para las torres de control, control de área terminal, aproximación y ruta, así como los movimientos en tierra. El modo de empleo de las frecuencias se establece en el Volumen V del Anexo 10 del Convenio de la OACI. Estas frecuencias se reparten por sectores y por países para asegurar su compatibilidad e interoperabilidad y la ausencia de interferencias. La frecuencia de socorro se ha establecido en 121,5 MHz, junto con la 243,0 de UHF usada por la aviación militar (que usa la banda de frecuencias de 225 a 400 MHz). Asimismo se dispone de las frecuencias de las balizas de socorro por satélite de 406,0 a 406,1 MHz.

Conforme a los últimos avances tecnológicos, la OACI especifica un sistema de servicio móvil aeronáutico por satélite de tipo digital en las frecuencias de recepción de 1.525 a 1.559 MHz

<sup>16</sup> Las balizas se diferencian de los radiofaros en que aquéllas radian un haz estrecho, en abanico, dirigido hacia arriba, y transversal al sentido de la navegación, de forma que su recepción indica que se ha alcanzado determinado punto sobre una ruta. Sirven para señalar los distintos tramos de una aproximación ILS (Instrument Landing System), o para indicar puntos de distancia donde no hay DME (sistema radiotelemétrico).

<sup>17</sup> Las sanciones contra España son levantadas por la Asamblea General de la ONU en noviembre de 1950 y España es admitida en la Asamblea General de la OACI en 1951, como miembro n.º 21 del Consejo.

<sup>18</sup> El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT define los siguientes servicios: *Radiolocalización*: relativo a la localización de aeronaves por medios radioeléctricos; *Radiodeterminación*: relativo a la determinación de la posición de una aeronave por medios de radio; y *Radionavegación*, como servicio de radiodeterminación que se utiliza para fines de navegación.



Los sistemas de Control de Tráfico Aéreo comenzaron a automatizarse a partir de los años sesenta. El moderno control de tráfico aéreo integra sistemas electrónicos de comunicaciones, proceso de señal y visualización. Equipos de un centro de control de tráfico aéreo con material de INDRA

(recomendado de 1.544 a 1.555 MHz) para estaciones terrenas de aeronave (AES) y transmisión en 1.626,5 a 1.660,5 MHz (recomendado 1.645,5 a 1.656,5 MHz), según el Volumen III del Anexo 10.

## La evolución en España desde 1939 hasta nuestros días

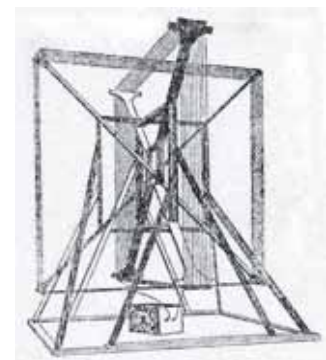
En España en 1942, se crea la Dirección General de Protección de Vuelo, bajo la jurisdicción militar del recién creado Ejército del Aire (octubre de 1939), que engloba todas las telecomunicaciones aeronáuticas y las ayudas a la navegación aérea, visuales y radioeléctricas, así como los servicios meteorológicos. Esta Dirección General de Protección de Vuelo desaparece en 1963 al crearse la Subsecretaría de Aviación Civil.

La incorporación lenta de España a las economías de su entorno, y el desarrollo del turismo, así como su posición geográfica en las rutas a Sur y Centroamérica hacen que crezcan y se modernicen los aeropuertos, y se haga necesario incorporar los sistemas de control de tráfico aéreo con vigilancia por radar y comunicaciones más modernas. En 1952 se abre el primer Centro de Control en Sevilla, y en 1954 comienza a operar el Centro de Control e Información de Vuelo de Madrid, situado en Paracuellos del Jarama<sup>19</sup>.

El control se divide en principio en tres Regiones de Información de Vuelo (FIR) peninsulares: Madrid, Barcelona y Sevilla, que en la actualidad son sólo dos, Madrid y Barcelona, además de la correspondiente a las Islas Canarias, así como una serie de centros de control terminales, que dan servicio a los aviones en las fases de despegue y aproximación y aterrizaje.

Curiosamente, en la actualidad, la mayoría, por no decir la práctica totalidad de las comunicaciones aeronáuticas se realizan de modo analógico por vía vocal. La ocupación de las frecuencias disponibles ha hecho que la separación de canales en VHF haya pasado de 25 a 12,5 kHz y hoy en día se está implantando su reducción a 8,3 kHz. En los sistemas militares existen sistemas de intercambio de información que se denominan «Link», pero en el mundo civil los únicos sistemas tierra-aire-tierra en vías de implantación son el Automatic Dependant Surveillance (ADS) y el modo S del radar secundario de vigilancia SSR<sup>20</sup>, que permite el intercambio de mensajes de información de vuelo, con interrogación selectiva de las aeronaves.

Últimamente se ha comenzado a experimentar con un sistema de intercambio de mensajes digitales entre los controladores y las aeronaves que se denomina CPDLC (Controller Pilot Data Link Communications), y que sustituiría, reduciéndolas al mínimo, las comunicaciones en fonía.



Los radiofaros de cuatro rumbos «A\_N» fueron las primeras radioayudas terrestres instaladas en el territorio de los Estados Unidos. Una antena de cuadros cruzados para generar señales de un radiofaro de cuatro rumbos

<sup>19</sup> Jorge Ontiveros. *Descubrir el control aéreo*. AENA. 2003.

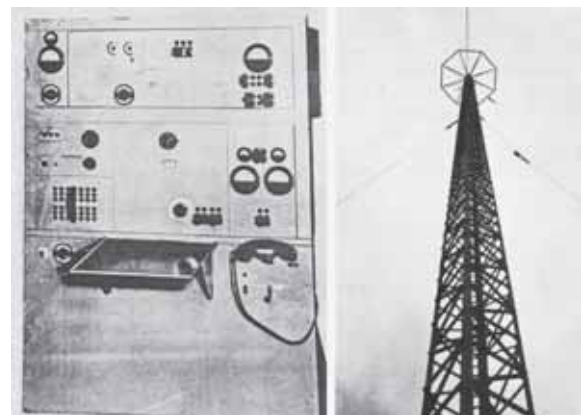
<sup>20</sup> Secondary Surveillance Radar.

## Las ayudas a la navegación aérea

### Los comienzos internacionales

Conforme se van desarrollando los sistemas de radiocomunicaciones aeronáuticas, a finales de los años veinte aparecen las primeras radiobalizas de onda larga, que sustituyen y complementan a los aerofaros (luminosos), que sólo permiten la operación con buena visibilidad. También se comienza a implantar el «range» o radiofaro de cuatro rumbos, que radia las letras Morse A y N alternativamente en cuatro cuadrantes, produciendo un tono continuo por superposición en sus cuatro diagonales, y que, por lo tanto, es la primera ayuda a la navegación «pasiva» al no requerir acción por parte del operador. Estos equipos, que operan en onda larga y media comienzan a instalarse en 1928 en los EE.UU a lo largo de las rutas postales. Los goniómetros utilizados al principio son los Bellini-Tossi, que requieren el movimiento manual de la antena de cuadro. Así es como en Estados Unidos, en la zona del Canal de la Mancha y en Europa Central empiezan a formarse las primeras «carreteras» del aire con los haces generados por los radiofaros y balizas dispuestas al efecto.

El servicio postal es el impulsor de las nuevas «rutas del aire» en los EE.UU. e implanta a finales de los años veinte una importante red de radiofaros y de estaciones terrestres radiotelefónicas y radiotelegráficas, que dan servicio de navegación y de comunicaciones respectivamente, en la que también se incluyen los aeropuertos, con el objetivo de que el servicio se mantenga ininterrumpidamente en cualquier



condición meteorológica y de visibilidad, a la vez que se incrementa la seguridad de las aeronaves y sus tripulaciones. Todas estas instalaciones pioneras del servicio postal, incluidas las radioeléctricas, pasan al Departamento de Comercio en 1927.

Hemos visto cómo las telecomunicaciones y la radionavegación sirvieron de apoyo para el incremento del tráfico aéreo y la apertura de las rutas transatlánticas hasta 1939. Los sistemas radioeléctricos de ayuda a la navegación aérea se englobarán bajo la denominación genérica de radioayudas.

Entre 1939 y 1945, el trágico acontecimiento de la Segunda Guerra Mundial trae un crecimiento de la industria aeronáutica, aunque en detrimento de la aviación civil, y las necesidades del combate impulsan el perfeccionamiento de las comunicaciones radiotelefónicas, ahora en las ondas métricas (VHF), al mismo tiempo que aparecen el radar y numerosas radioayudas a la navegación aérea, basadas en los sistemas hiperbólicos, como el *Gee*, y finalmente el *Loran* (Long Range Navigation) o los «transpondedores», como el *Oboe* y el *Rebeca-Eureka*, precursor del Equipo Radiotelemétrico<sup>21</sup> o DME. Los alemanes se decantan por los sistemas de «haces», como el *Knickebein*, el *X-Verfahren* (*Wotan I*) y el *Y-Verfahren* (*Wotan II*), basados en los experimentos de la compañía Lorenz, que utilizan haces desplazados y sistemas equiseñal (sistemas que se basan en la intersección de haces radioeléctricos para determinar «radiales» o líneas de posición), pero su uso queda limitado a las aplicaciones bélicas quedando en desuso una vez acabado el conflicto.

Asimismo, los sistemas de ayuda al aterrizaje a ciegas experimentan importantes avances, ya ensayados antes de la guerra en los EE.UU. por Standard-ITT y Sperry, y en Alemania por Lorenz.

Antes de la Segunda Guerra Mundial se habían desarrollado muchos tipos de radioayudas a la navegación aérea. En la fotografía se aprecian los elementos de un radiofaro alemán Consol (Elektra-Sonne), con su antena de 100 metros de altura. En España hubo dos estaciones Consol: en Sevilla y en Lugo. Las antenas de esta última están todavía en pie

21 Equipo medidor de distancias.





## La OACI y los sistemas de radionavegación

En el plano internacional, a finales de los años cuarenta la OACI adopta el Loran (90-100 kHz para el Loran-C) y el Consol (MF, 200 a 500 kHz)

como sistemas de radiolocalización de larga distancia, el VOR (VHF Omni Range) como sistema de corto alcance, y el ILS (Instrument Landing System) como sistema de aterrizaje a ciegas. Igualmente se incluye el sistema radiotelemétrico (DME) asociado al VOR, aunque no se extiende hasta comienzos de los años 60<sup>22</sup>. Se mantienen igualmente los radiofaros no direccionales (NDB) en ondas largas y medias, y las balizas para recaladas en ruta y aproximación. Actualmente se añade el MLS (Microwave Landing System), que funciona entre 5.031 y 5.090,7 MHz.

El Consol (conocido también como SOL, o Sonne en alemán) tiene un alcance de 1.000 a 1.500 millas náuticas con transmisores de 1.500 W y juegos de tres antenas de 100 metros de altura, separadas entre sí casi 3 km. Se trata de un sistema de radiofaro rotativo que emite un patrón de puntos y rayas que hay que contar «a oído» y situar sobre unas cartas especiales. Es un sistema que sólo da orientación, a través de una única Línea de Posición, por lo que para situarse hace falta intersectar dos demoras obtenidas de dos estaciones distintas. En España funcionan las dos estaciones Consol de Sevilla y Lugo (315 y 285 kHz respectivamente) hasta bien entrados los años sesenta, pero el sistema caería en desuso debido al complicado procedimiento manual de recepción<sup>23</sup>. El Consol de Lugo aparece todavía en las cartas de navegación aeronáutica de 1974, junto con las estaciones de Ploneis, en Francia (257 kHz), Bushmills en Irlanda (266 kHz) y de Varhaug en Noruega (319 kHz), aunque todo parece indicar que por aquel entonces se usan únicamente como radiofaros omnidireccionales.

El Loran-C (90 a 110 kHz) es un sistema hiperbólico por diferencia de tiempos dispuesto en «cadenas» de tres o cuatro estaciones, en la que una de ellas actuaba como «maestra» y el resto como «esclavas». El sistema de localización de una hipérbola (identificada por un color y un número) determinada por dos estaciones es automático, pero las intersecciones hay que buscarlas en una carta especial<sup>24</sup>. El Loran queda como único sistema de largo alcance aprobado por la OACI, habiendo estado en servicio hasta finales de los años 90. En España existió una estación de Loran en Estartit, Gerona, operada por el Servicio de Guardacostas de los EE.UU.<sup>25</sup>, que en la actualidad mantiene únicamente dos cadenas en sus costas este y oeste.

Las ayudas a corta distancia de mayor precisión se desplazan a las bandas de frecuencias de VHF y UHF para evitar la estática y el ruido en las bandas de frecuencias inferiores.

El VOR se basa en un sistema de señales de fase



En 1946 la OACI adoptó el VOR como sistema de radiofaro omidireccional de VHF para distancias cortas. En la actualidad son del tipo doppler, como el de esta imagen

El Sistema de Aterrizaje por Instrumentos ILS se ha generalizado como sistema de ayuda al aterrizaje con mala visibilidad, siendo probado también por la OACI tras la Segunda Guerra Mundial. En la fotografía aparece una antena de un Localizador de ILS

22 Una versión militar del VOR y DME es el TACAN.

23 «Radiofaros 'Consol'. Publicación Especial n.º 2». Instituto Hidrográfico de la Marina, 1961.

24 Hoy día estos sistemas podrían funcionar fácilmente de forma automática mediante microordenadores y sistemas de información geográfica, pero su uso se ha visto relegado por el GPS.

25 El OMEGA, de frecuencia mucho mayor, para permitir la recepción bajo el agua por submarinos sumergidos también podía ser usado por aeronaves.

Aunque sólo se usan en el entorno militar, el GCA-PAR es un eficaz y preciso sistema de aterrizaje asistido por instrumentos. Imagen de un radar GCA-PAR, con la antena de vigilancia y las antenas planas de barrido electrónico del PAR (ITT-Gillfillan)

variable que marca una referencia acimutal «simulando» una antena rotativa, operando en la banda de 112 a 118 MHz. A diferencia de los antiguos «ranges», el VOR define de forma permanente infinitos radiales. El piloto sólo necesita escoger uno, y el instrumento le indica la separación del radial deseado y el sentido.

El ILS opera en las bandas de 112 a 118 MHz y de 328,6 a 335 MHz, a base de dos juegos de

haces que se cruzan formando una senda de planeo (GP) y un localizador (LOC) de eje de pista, a base de señales moduladas con tonos de 90 y 150 Hz. Procede del sistema SCS-51 de los EE.UU., probado ya con anterioridad a la Segunda Guerra Mundial. El sistema permite aterrizar bajo una serie de mínimos de visibilidad vertical y horizontal clasificados por categorías.

El equipo radiotelemétrico DME opera en la banda de 960 a 1215 MHz y funciona como un transpondedor donde el avión «interroga» al equipo de tierra con pares de pulsos, entre 1025 y 1150 MHz, y el equipo de tierra responde en frecuencias situadas 63 MHz por debajo o por encima, en función del canal. Operando juntamente con el VOR forma la base de lo que se denomina un sistema Rho-theta.

Con la invención del radiogoniómetro automático (ADF) el procedimiento de alojamiento o «homing» en los radiofaros NDB<sup>26</sup> se facilita enormemente, aunque la forma habitual de navegar en la actualidad es usando los radiales del VOR y el DME para medir la distancia, eso sin olvidar la importancia adquirida por el sistema de satélite GPS, y la incorporación de los calculadores de vuelo con *puntos de ruta* (*waypoints*) uniendo *tramos* (*legs*), todo bajo el control de microprocesadores asociados al navegador inercial<sup>27</sup> (en los aviones que lo llevan) y al piloto automático.

La OACI recomienda además el empleo de radares de aproximación y aterrizaje de precisión (PAR y SRE), aunque en la práctica sólo se usan en las bases aéreas militares según el procedimiento de GCA (Ground Controlled Approach), mientras que en los aeropuertos civiles sólo se usa el ILS.

Para la vigilancia y el control la OACI recomienda el empleo de radares de vigilancia aérea de ruta (en banda L), de aproximación y de área terminal (TMA) en banda S, y de radar secundario de vigilancia SSR o IFF que opera un original sistema de identificación basado en respondedores de origen militar, en 1.030 y 1.090 MHz, proporcionando identificación y altura. Actualmente está pasando al Modo S y se convertirá en un auténtico sistema de comunicación con interrogación selectiva en el futuro.



Los radares de control de tráfico aéreo permiten el control en todo tipo de condiciones, la identificación y las maniobras de despegue y aterrizaje de precisión. (Foto : Raytheon)

## Las radioayudas en España después de la Segunda Guerra Mundial

Con el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial la Dirección General de Protección de Vuelo consigue dotarse de un radar *Freya* (radiolocalizador) y dos *Würzburg* (radiotelémetros) procedentes de la Alemania en guerra, para crear una denominada Red de Acecho,

<sup>26</sup> Radiofaros no direccionales.

<sup>27</sup> Éste es un sistema de navegación autónomo que basa su funcionamiento en las fuerzas de inercia, dando constantemente información de la posición del avión y parámetros de vuelo.

embrión del control de tráfico aéreo por radar. Igualmente son instalados, por personal alemán, dos radiofaros Consol (*Elektra-Sonne*) en Sevilla (Guillena) y en Lugo (Outeiro de Rei, Arneiro), que la aviación alemana usará durante la guerra para guiar sus aviones a larga distancia. Hasta 1953 el sistema de navegación aérea en España consiste en radiofaros de cuatro rumbos o Radio-Range, radiofaros no direccionales NDB y radiogoniómetros en Onda Media (OM), con grandes dificultades de mantenimiento debido a la obsolescencia del material y escasez de repuestos.

Las radioayudas aeronáuticas empiezan a modernizarse tras la firma del Acuerdo bilateral con los EE.UU. en 1953, incorporándose el VOR en sustitución de determinados NDB. Entre finales de los años cincuenta y 1960 se instalan y certifican el VOR y el ILS de Madrid-Barajas, el VOR de Barahona (Soria), el VOR e ILS de Barcelona, y los VOR de Palma y de Sevilla, usándose para su inspección y calibración un avión DC-3, equipado en los EE.UU., que como era habitual en aquella época pertenecía al Ejército del Aire. Con este avión se realizan vuelos de selección de otros muchos asentamientos de VOR y de comunicaciones Tierra/Aire, T/A, y se calibran y certifican el resto de radioayudas (radiofaros, radiobalizas y radiogoniómetros), colaborando también en la inspección del ILS de la base aérea de Torrejón y del radar de Paracuellos<sup>28</sup>. Con ello se garantiza la exactitud de su operación y la seguridad en vuelo de las aeronaves que usan dichas radioayudas, actividad que naturalmente se sigue realizando hoy día.

En las proximidades de Paracuellos se instala en 1959 un radar modelo AN/FPS-8 de banda L, que modifica sensiblemente el concepto de control, debido a la calidad y la precisión del radar, sustituyendo un sistema basado esencialmente en «radiales» obtenidos por goniometría, por la determinación exacta de la posición de los aviones en el plano y su presentación gráfica a los controladores. Posteriormente se instalan radares de aeródromo ASR-5 y radares secundarios AN/TPX-42. A comienzos de los años ochenta se establece en Madrid-Paracuellos un radar de banda L, ATCR-44 de Selenia, y entran en servicio en varios aeropuertos los radares de banda S, S-511 de Marconi, fabricados por EESA, luego INISEL, equipados con radares secundarios del tipo IRS-10 de CESELSA, que pasaría a ser INDRA, usados también en ruta. Posteriormente INDRA diseña y fabrica los IRS-20M, con los que se introduce la técnica monopulso, que aporta una mayor precisión en la posición angular. Actualmente se está en curso de instalar equipos de radar primario Raytheon ASR-11 y equipos de radar secundario monopulso más modernos con capacidad de Modo S.

El manejo de la información del radar se realiza al principio en consolas individuales con pantallas de presentación plana (PPI) del vídeo bruto analógico, pasando posteriormente a las pantallas mixtas tipo RAPPI OD-58, que combinan vídeo «cuantificado» con información sintética (simbología), para pasar finalmente a las pantallas de barrido ortogonal tipo «raster» multicolores, que funcionan totalmente con información sintética. Un sistema de comunicaciones terrestres por cable y microondas permite el envío y recepción de datos radar e información aeronáutica.

En las bases aéreas militares se conserva el radar GCA-PAR (Ground Controlled Approach-Precision Approach Radar), sistema mediante el cual es un operador en tierra el que da instrucciones al piloto para que se mantenga en la senda de planeo y eje de pista determinados en su pantalla por radar de haces ortogonales de barrido electrónico en elevación y acimut.

También se van instalando equipos de ILS en las pistas de aterrizaje y despegue, y equipos DME. Recientemente una parte de los VOR en servicio son del tipo Doppler, que usan un sistema de antenas que simulan la «rotación» de los haces por el efecto aparente de alejamiento y acercamiento del frente de onda, que se convierte en un efecto doppler, es decir una variación de frecuencia o fase.

En España existen en la actualidad un total de 60 VOR/DME, con 14 VOR Doppler DVOR, 28 DME asociados a ILS y 80 Radiofaros NDB, aunque estos serán sustituidos a medio plazo en su totalidad por VOR/DME. Respecto a las comunicaciones, existen 28 centros de comuni-

28 Revista de Aeronáutica, n.º. 234. Mayo 1960, pág. 388.

caciones remotos para dar cobertura en ruta. Su gestión está encomendada a AENA, Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, entidad pública adscrita al Ministerio de Fomento.

En relación a la legislación no se puede obviar que en 1960 se promulga la Ley de Navegación Aérea, y en 1969 aparece publicado en el BOE el instrumento de ratificación del Convenio de la OACI por España. Habiendo aparecido el primer Reglamento de Circulación Aérea en 1952 y el último en 2002, a través de la aprobación del Real Decreto 57/2002, de 18 de enero.

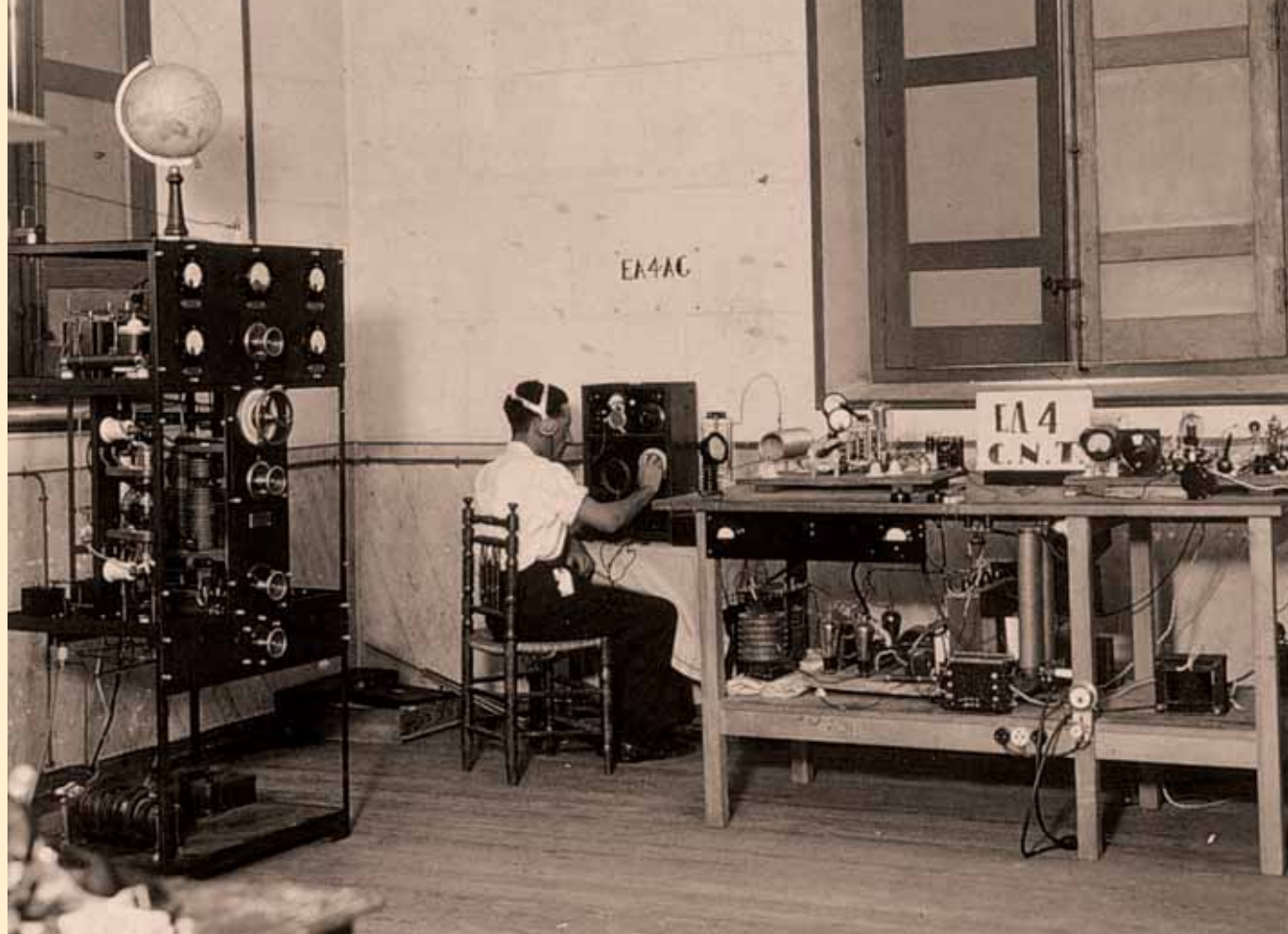
En la actualidad las telecomunicaciones aeronáuticas se rigen básicamente, como se ha dicho, por el Anexo 10 del Convenio de la OACI (en forma de recomendaciones), aplicándose el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT para el servicio radiotelefónico y la atribución de bandas de frecuencias, que se reflejan en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), en su última edición a través de la Orden ITC/1998/2005, de 22 de junio, aplicándose las reservas y protección del Real Decreto 844/1989, de 7 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones en relación con el dominio público radioeléctrico y los servicios de valor añadido que utilicen dicho dominio y por la Orden, de 9 de marzo de 2000, que aprueba el Reglamento de Desarrollo de la Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, en lo relativo al uso del dominio público radioeléctrico, así como el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Los Reglamentos del Parlamento y el Consejo Europeos regulan la implantación, la gestión y el funcionamiento de determinados sistemas de radionavegación para armonizar el control del tráfico aéreo en Europa (bajo el control de la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea, EUROCONTROL).

La aprobación y las condiciones de empleo de ciertos sistemas radioeléctricos (receptores, equipos de GPS, etc.) y su aplicación a la navegación vienen reguladas a nivel nacional por las circulares operativas de la Dirección General de Aviación Civil.

## Bibliografía

- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (1965). *Del semáforo al satélite* (Ed. del Centenario de la UIT). Ginebra.
- Kendall, Brian. (1982). *Manual de avónica*. Ed. Paraninfo. Madrid.
- Utrilla, Luis (Ed.) (1996). *Atlas de Aeródromos. España* (s.f.). Ed. facsímil. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA).
- AA.VV. (2000). *La navegación aérea en España. III Jornadas de Estudios Históricos Aeronáuticos*. Fundación AENA. Madrid.
- Ontiveros, Jorge (2003). *Descubrir el control aéreo* AENA. Madrid.
- Ejército del Aire (1932-2003). *Revista de Aeronáutica y Astronáutica*. Ejército del Aire. *Revista Aérea*. 1926-1932.
- UIT. «Reglamento de Radiocomunicaciones».
- OACI. «Anexo 10 (Telecomunicaciones Aeronáuticas) al Convenio de la OACI».
- Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)
- Trenkle, Fritz (1979). *Die deutschen Funk-Navigations- und Funk-Führungsverfahren bis 1945*. Motorbuch Verlag. Stuttgart.
- Kayton, Myron y Fried, Walter (1997). *Avionics navigation systems*. Second ed. John Wiley & Sons. Nueva York.



La incautación de estaciones de aficionado durante los primeros días de la Guerra Civil y su posterior traslado a centros oficiales, hizo que se emplearan estas estaciones para el servicio de socorro y misiones de propaganda en onda corta, del mismo modo que lo hizo cualquier radiodifusora en onda media



# La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de radiodifusión sonora en España

Eduardo Gavilán Estelat

## Introducción

Las emisiones de radio, iniciadas hace cerca de cien años y que siguen utilizando prácticamente las mismas técnicas que entonces, constituyen todavía el único medio recreativo y de información que llega a toda la población mundial.

Desde que se inició la radio, la radiodifusión sonora, en los primeros años de la década de los veinte, pocas variaciones se han producido en la señal emitida. Las actuales emisiones en modulación de amplitud podrían ser captadas por los primeros receptores, aunque con la proliferación de emisoras la recepción se vería afectada por numerosas interferencias.

Nadie pone en duda que en la radio ha habido innovaciones, como la modulación de frecuencia y la estereofonía, que se han sumado a las emisiones clásicas, sin que éstas hayan experimentado cambios esenciales desde el punto de vista técnico. Lo que ha cambiado, y mucho, es el diseño de los receptores de radio.



A partir de 1923 comenzó el verdadero interés de los aficionados por oír las estaciones de radiodifusión inglesas y como consecuencia de ello la escucha del *broadcasting* llegó a popularizarse grandemente. La información sobre el tema llegó a los lectores bajo cabeceras específicas como ésta publicada por *El Telégrafo Español* en su edición de 15 de mayo de 1923

## Radiodifusión

El término *radiodifusión* está claramente definido por el organismo internacional competente (Unión Internacional de Telecomunicaciones), pero su utilización en España se presta a confusiones, en gran parte debido a que la palabra «radio» está vulgarmente asociada al sonido, e incluso en algún diccionario enciclopédico se define el término como difusión del sonido por medio de la radio, sin incluir la de televisión o de otro género.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) define el servicio de radiodifusión como un servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género.

Aunque en la mayoría de los idiomas al concepto fundamental de difusión se ha añadido el prefijo *radio* para indicar el medio que normalmente se utiliza (ondas radioeléctricas), el término original en inglés *broadcasting* proviene del mundo agrícola, *siembra «a voleo»*, en la que las semillas se esparcen o dispersan en todas direcciones. Este término inglés, sin el prefijo *radio* adoptado en las traducciones, se ha popularizado en todos los países.

Fondo documental gráfico y comentarios:

ARCHIVO HISTORICO  
EA4DO

Incluso las disposiciones legales olvidan a veces la definición de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) como la Ley 4/1980 del Estatuto de la Radio y la Televisión, cuyo capítulo primero dice:

«Se entiende por radiodifusión la producción y difusión de sonidos mediante emisiones radioeléctricas a través de ondas o mediante cables, destinadas mediata o inmediatamente al público en general o bien a un sector del mismo».

En España se ha definido también el término «radiodifusión» en un Decreto de la Presidencia del Gobierno del año 1944, como la:

«[...] producción de emisiones radioeléctricas destinadas, mediata o inmediatamente, al público en general o bien a un sector del mismo con fines políticos, religiosos, culturales, educativos, artísticos, informativos, de mero recreo y publicitarios».

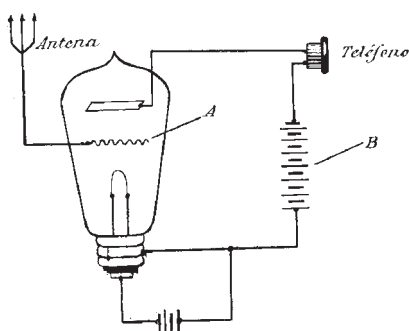
En este último caso, que es el más antiguo, no se habla de sonidos sino de emisiones radioeléctricas como en la definición de UIT. El apócope o prefijo *radio* se interpreta aquí correctamente como radioeléctrico o sea el medio para difundir las señales de cualquier clase.

De todas maneras, la confusión que en España existe con el término *radiodifusión* no ha podido ser disipada oficialmente, sino todo lo contrario. La Dirección General de Radiodifusión del Ministerio de Información y Turismo, al iniciarse las emisiones de televisión, para que no hubiera dudas sobre sus competencias cambió su nombre por el de «Dirección General de Radiodifusión y Televisión».

## Antecedentes de la radiodifusión sonora

Sin menoscabo de los importantes trabajos de sus predecesores (Hertz, Branly, Lodge y Popoff), la iniciación y el desarrollo de la transmisión radioeléctrica de la telegrafía se debe, sin duda, a Guillermo Marconi (nacido en Bolonia en 1874), que a sus dotes para la invención unía un notable espíritu de empresa y que patentó su sistema en 1896.

Reginald A. Fessenden, que entre otras cosas fue Profesor de Física de la Universidad de Pittsburg, coronó una serie de experiencias iniciadas en 1901, con la realización de una transmisión de palabra y música en la Nochebuena del año 1906 con una emisora de onda larga desde Brant Rock en Massachussets. En aquel mismo año, Lee de Forest inventó la válvula termiónica triodo, que empezó llamándose *audiión*, y para promocionar su invento realizó demostraciones de emisiones de palabra y música en París en 1908 y Nueva York en 1910.



Estas primeras experiencias fueron seguidas por la extensión en todo el mundo del servicio de radiotelefonía o telefonía sin hilos (T.S.H.) destinado a las comunicaciones de persona a persona. El inconveniente de la telefonía sin hilos, que luego se llamó radiotelefonía, era la falta de intimidad, ya que cualquier persona con un receptor adecuado podía captar una conversación privada, pero precisamente este inconveniente hizo posible la radiodifusión. Este útil prefijo, *radio*, hizo que los *sinhilistas* se llamaran *radioaficionados*.

Según el catedrático de la Universidad de Navarra Ángel Faus, las dificultades de la telefonía sin hilos fueron resueltas por el español Julio Cervera Baviera (nacido en Segorbe en 1854) que en 1899 obtuvo las primeras patentes sobre la telefonía sin hilos, precursora de la radiodifusión sonora y que dio origen a los radioaficionados.

## Principios de la radiodifusión sonora

Frank Conrad, empleado de la Westinghouse y entusiasta radioaficionado, construyó un transmisor, iniciando en 1919 emisiones de palabra y música de fonógrafo con destino al públi-



La estación radiotelegráfica receptora más compacta de las hasta ahora conocidas, es la que caprichosamente ha construido el señor William de Detroit. La antena es una sencilla madeja de alambre sujeta como se ve en el grabado a un auxiliar telefónico de 2.000 ohmios. El carrete está construido con 100 espiras de alambre esmaltado, enrolladas sobre el hornos de la pipa. Un pequeño detector de galena apoyase sobre el tubo de la pipa. Con esta pequeña instalación, ha sido posible oír conciertos a 15 kilómetros de la estación transmisora Broadcasting.

La válvula termiónica de tres electrodos o «audiión», inventada por Lee de Forest en 1906 fue decisiva para el avance de las telecomunicaciones, pues no sólo se aplicó como detectora de las señales radiotelegráficas sino también como amplificadora de las telegráficas. En la imagen se pueden apreciar los tres electrodos: el filamento, la rejilla o malla y la placa



Frank Conrad, en septiembre de 1920, dio a conocer las características de su estación de aficionado «8XX» en la revista *QST*, órgano oficial de la American Radio Relay League

co en general, es decir programas de radiodifusión. Un año más tarde, la Westinghouse solicitó la licencia para la instalación de una emisora de 100 vatios en onda media, que bajo la dirección de Frank Conrad inició, con el indicativo KDKA, las primeras emisiones regulares de radiodifusión. Se eligió para la inauguración el 2 de noviembre de 1920, día de las elecciones presidenciales en los EE.UU., cuyas noticias radiadas fueron seguidas por un gran número de radioyentes.

Anteriormente a estas fechas, David Sarnoff, que en 1946 llegó a ser Presidente de RCA, cuando era un empleado de la Marconi Wireless Telegraph Company of America en 1915 escribió una carta a la dirección de la compañía en la que auguraba que llegaría un día en que todos los hogares americanos contarían con *cajas musicales de radio* que sintonizarían noticias, información y entretenimiento procedentes de puntos centrales de emisión, anticipando así el concepto de la radiodifusión como un servicio para el público.

No todos fueron tan clarividentes como David Sarnoff. También ha quedado para la historia la afirmación de que *la radio no tiene futuro* del matemático y físico Lord Kelvin en 1897. Pero esto ha ocurrido también con otros inventos; así, tampoco hay que olvidar la opinión de la Western Union en 1876 de que «el teléfono tiene tantos inconvenientes que no puede pensarse seriamente que llegue a ser un medio de comunicación».

## Primeras experiencias en España

Es evidente que prácticamente todas las innovaciones y mejoras que se introdujeran en la radiotelefonía serían beneficiosas para el futuro servicio de radiodifusión. En España, Telégrafos y el Ejército realizaron las primeras pruebas de telefonía sin hilos en 1904.

Así, Matías Balsera empezó a trabajar en este tema, inventando un telégrafo portátil sin pilas en 1910 para usos militares. Pero Balsera no estuvo solo en sus trabajos y entre sus colaboradores pronto destacó Antonio Castilla. Más tarde el alumno sobrepasaría al maestro en muchas actividades y, en especial, en las relativas a la radiodifusión. Además, se debe a Castilla que España fuera el primer país que, además de los preceptivos transmisores radiotelegráficos, estableciera en los buques mercantes instalaciones para radiotelefonía.

En 1917, con ayuda de varios financieros, Antonio Castilla creó la Compañía Ibérica de Telecomunicación para la fabricación de equipos transmisores y receptores de radiotelegrafía y radiotelefonía. Para demostrar las excelencias de sus equipos, en 1919 inició la transmisión de conciertos musicales captando con un micrófono los sonidos de un fonógrafo. Al año siguiente, un ciclo de conferencias dirigido por Castilla en la Universidad de Valencia se cerró con la transmisión de un concierto celebrado en el Palacio de la Exposición de Valencia, que numeroso público pudo escuchar en el Paraninfo de la Universidad donde se instalaron varios receptores. Éste fue el primer programa público español de radiodifusión.

Utilizando una emisora instalada en el Palacio de Comunicaciones de Madrid, Matías Balsera realizó los primeros ensayos de radiodifusión en 1922 transmitiendo varios conciertos desde el Retiro y veladas de ópera desde el Teatro Real. Además, continuó organizando varias emisiones de palabra y música sin carácter regular y sin otra finalidad que la de comprobar las posibilidades de esta nueva modalidad de la radiotelefonía, tal como se venía haciendo en los Estados Unidos y algunos países europeos.

Los hermanos Jorge, Adolfo y Carlos de la Riva jugaron también un papel preponderante en los inicios de la radiodifusión en España gracias a sus dotes para la invención y la gestión empresarial. En 1922, crearon con otros entusiastas de la T.S.H. el Radio-Club de España, dedicado al fomento de la radio, cuya presidencia ocupó el ingeniero de telecomunicación Rufino Gea, que se había distinguido por su labor divulgativa de la radiodifusión.

Tal y como recoge Ezcurra, (1974), a finales de 1922 se estableció en Madrid una sociedad, denominada Radiotelefonía Española, formada por capital francés y español y presidida por Enrique Farré Gschwind. La nueva compañía proyectaba explotar en la Villa y Corte la venta de receptores franceses, alentada por el éxito de la emisora instalada por el general Ferrié en la Torre Eiffel. Pero los técnicos extranjeros contratados por la empresa no pudieron ajustar los aparatos



Tras realizar Matías Balsera los primeros ensayos de radiodifusión desde el Palacio de Comunicaciones de Madrid en 1922, radiando los conciertos de la Banda Municipal y las representaciones de ópera desde el Teatro Real, en 1923 ideó y patentó un sistema de radiodifusión con estaciones retransmisoras que fue aplicado por la BBC de Londres





importados para que sintonizaran la emisora de París poniendo en peligro el proyectado negocio. Los directivos de Radiotelefonía Española, y muy especialmente Farré Gschwind, habían conocido a los hermanos de la Riva en el Radio Club. Al inscribirse como socio, Gschwind regaló al Club uno de los receptores importados por su compañía, con el que, a falta de los programas franceses, los miembros de la asociación podían escuchar las emisiones de prueba que

irregularmente transmitía la estación radiotelegráfica del Palacio de Comunicaciones y la naval de Ciudad Lineal. Aquí fue donde la fortuna sonrió a quienes tan señaladamente iban a vincularse al desarrollo de la radiodifusión española. Adolfo y Carlos de la Riva corrigieron los defectos del aparato regalado por Gschwind, montaron una antena adecuada y, con toda claridad y ante el entusiasmo de sus colegas del Radio-Club, pudo recibirse la estación de la Torre Eiffel. Carlos de la Riva pasaría a ser director técnico de la Sociedad Radiotelefonía Española.

Este éxito llevó a Carlos de la Riva a diseñar y construir un pequeño transmisor que, desde la madrileña calle de Alcalá, difundía casi diariamente programas hablados y de música de disco.

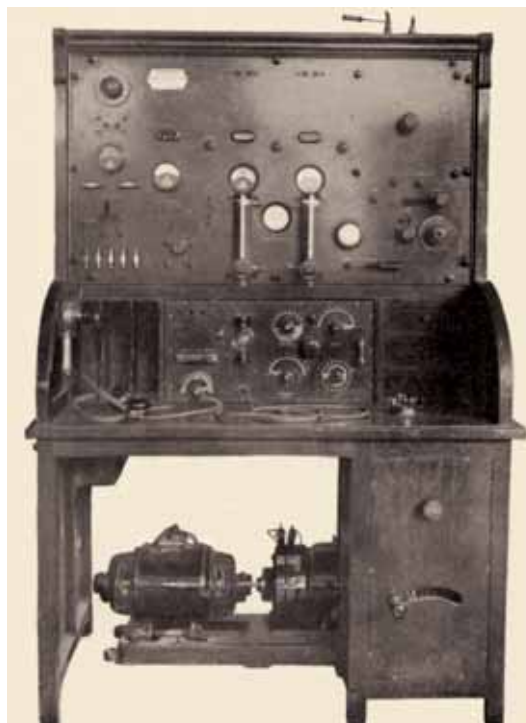
La Compañía Ibérica, afectada por dificultades financieras debidas a la fuerte competencia de los equipos de importación, terminó fundiéndose con la Sociedad de Radiotelefonía Española para formar una nueva entidad denominada Radio Ibérica S.A. con la ayuda de un grupo financiero.

Radio Ibérica, cuya dirección técnica fue encomendada a los hermanos Adolfo y Carlos de la Riva, estaba ya en condiciones de competir con las empresas extranjeras. Los dos hermanos diseñaron y construyeron un potente transmisor de 500 vatios de fabricación totalmente nacional, y después instalaron un estudio en el taller de fabricación de válvulas electrónicas de la compañía en el Paseo del Rey de Madrid. Las emisiones diarias de Radio Ibérica comenzaron en 1924 aunque con algunas interrupciones.

El éxito de los programas extraordinarios de conciertos organizados por Radio Ibérica hizo crecer rápidamente la venta de receptores de su fabricación que era íntegramente española. De los talleres de Radio Ibérica salían 1.500 receptores al mes de varios tipos y precios, desde los de galena hasta los de válvulas. Sin embargo, gracias a los programas de Radio Ibérica también aumentó la venta de los receptores extranjeros.

Una vez regulada la radiodifusión por Real Orden de 14 de junio de 1924 puede darse por terminada la fase experimental, que fue muy activa, no sólo en Madrid sino también en otras ciudades españolas, especialmente en Barcelona. La Dirección General de Comunicaciones otorgó la primera de las concesiones, EAJ-1, a Radio Barcelona que entró en servicio el 15 de octubre de 1924 con un transmisor de pequeña potencia.

En el histórico año para la radiodifusión en España de 1924, ya se estaban realizando emisiones experimentales en Sevilla y pronto sur-



La Compañía Ibérica de Telecomunicación, bajo la dirección técnica de Antonio Castilla, alcanzó gran desarrollo durante la segunda década del siglo XX. En 1919 emitió experimentalmente algunos conciertos para mostrar la calidad de sus aparatos, y tales transmisiones pueden tomarse como el punto de partida de la radiodifusión en España. Consecuencia del gran prestigio alcanzado por la «Teleibérica» fue la visita que hizo a sus instalaciones S.M. el rey don Alfonso XIII durante el mes de junio de 1922, como muestra esta fotografía publicada aquel mismo mes por *El Telégrafo Español*



La Radio en el año 2000. Regulada en España la radiodifusión por Real Orden de 1924 existió un verdadero furor en todo lo que la rodeó, llegándose a crear simpáticas imágenes futuribles de cómo sería la radio en los comienzos del nuevo milenio

Según Virgilio Soria, en su libro *Historia de la radiodifusión en España* publicado en 1935, un equipo similar a éste de 1 Kw, construido por la Compañía Ibérica de Telecomunicación, fue el primitivo emisor de Radio Ibérica que inició el Servicio de Radiodifusión en Madrid



Después de numerosas experiencias de Radio Ibérica, el día 12 de mayo de 1924 fue una fecha histórica en la radio española pues Luis María de Palacio, Presidente del Radio Club de España, inauguró oficialmente las emisiones comerciales de «la Ibérica» para dar comienzo a su programación diaria. De ella cabe destacar la primera conferencia feminista que pronunció aquel mismo mes la escritora Teresa Escoriiza ante el popular micrófono «la palanganá»



Virgilio Soria, en su libro *Historia de la radiodifusión en España*, también recoge esta imagen del ingeniero José María Guillén García ante el panel de mando de la primitiva emisora EAJ-1 instalada en el Hotel Colón de Barcelona, de la que fue fundador y primer director

Una vez publicada la revista *Radio Sport* durante el verano de 1923, inmediatamente después se editaron: *Radiosola*, *Tele-Radio* (órgano del Radio Club de España), *TSH*, *Radio Ciencia Popular*, etc., satisfaciendo el interés del cada vez mayor número de radio-aficionados

gieron en otras ciudades transmisores de radiodifusión, en algunos casos, contruidos por aficionados a la radio, y, en general, promovidos por los radio-clubs y las asociaciones.

En poco tiempo la radiodifusión sonora llegó a ser una necesidad para la sociedad española, como más tarde lo sería la televisión. La programación no sólo era local, sino también en cadena gracias a las agrupaciones de emisoras que se habían creado, como Unión Radio, de la que se hablará más adelante.

Hay que señalar que, como caso excepcional en Europa, la radiodifusión española se desarrolló por iniciativa privada. La situación cambió con la creación en 1937 de Radio Nacional de España, y más adelante de las cadenas institucionales, en competencia con las emisoras privadas.

## Radio Barcelona

Capítulo aparte merece Radio Barcelona. Su historia tiene como base a José María Guillén García fundador y primer director de Radio Barcelona que, siendo muy joven, en el laboratorio de su padre, que era ingeniero industrial y miembro de la Real Academia de Ciencias, construyó receptores con los que recibió en 1913 señales de Londres y París. Mientras estudiaba la carrera de ingeniero diseñó y montó un equipo transmisor-receptor con el que hizo pruebas en la Ciudad Condal.

Cuando José María Guillén terminó su carrera de ingeniero, se graduó en París y a su regreso a Barcelona fundó en 1923 la revista *Radiosola*, la segunda revista más antigua de las dedicadas a la divulgación e información de temas radiofónicos, creada después de la revista *Radio Sport*<sup>1</sup>. En septiembre de 1923 organizó en Barcelona una demostración de transmisión radioeléctrica de música con equipos instalados en tres coches de la misión francesa denominada Auto-Radio.

Más adelante, a principios de 1924, Guillén García consiguió la creación de la Asociación Nacional de Radiodifusión formada por un pequeño grupo de industriales que financió la instalación de Radio Barcelona, a la que la Administración asignó el indicativo EAJ 1. El transmisor y los estudios se instalaron en el ya desaparecido Hotel Colón de la Plaza de Cataluña, precisamente en el mismo lugar en el que años más tarde, en un nuevo edificio, ocuparían las oficinas y estudios de Radio Nacional de España.

Las emisiones de prueba de lo que entonces se llamaba radiotelefonía dieron un excelente resultado. En las pruebas se utilizó el sistema radiante instalado en la azotea del Hotel Colón emitiendo en la longitud de onda de 325 metros. Los programas emitidos después de la inauguración, entre otros las retransmisiones de óperas desde el Teatro del Liceo, fueron muy bien acogidos por los oyentes pero, la Asociación Nacional de Radiodifusión no podía enfrentarse a los cuantiosos gastos de la programación. Además, las emisiones del transmisor de 200 vatios no eran bien captadas en las comarcas próximas a Barcelona. Por otra parte, la aparición de Radio Catalana, que fue muy bien acogida, dio lugar a una fiel masa de oyentes y ocasionó una honda preocupación a los componentes de la Asociación Nacional de Radiodifusión. Para resolver los problemas se decidió instalar otro transmisor de más potencia en un emplazamiento más adecuado.

Afortunadamente para Radio Barcelona se consiguió autorización con toda clase de facilidades para instalar en el Tibidabo, a 582 metros sobre el nivel del mar, un nuevo transmisor, igual a uno que estaba funcionando en Milán, a plena satisfacción. Sin embargo, el



<sup>1</sup> En enero de 1925 la revista *Radio Sport* se proclama como primera revista española de radiotelefonía y en junio de 1926 como la revista de radio más antigua de España.

nuevo transmisor de Radio Barcelona no funcionó bien hasta que, providencialmente, el joven ingeniero Joaquín Sánchez Cordovés consiguió solucionar los problemas del transmisor e incluso aumentar su potencia por encima de la especificada por el fabricante.

## Unión Radio

Aunque se pudieron solucionar los problemas técnicos, los económicos seguían siendo un motivo de preocupación para la Asociación Nacional de Radiodifusión responsable de las finanzas de Radio Barcelona. El único grupo financiero que podía enfrentarse con la difícil situación de EAJ 1 era Unión Radio con su proyecto de extender su actividad desde Madrid hasta la última ciudad española.



Unión Radio S.A., sociedad mercantil anónima, se constituyó el 16 de diciembre de 1924 y su dirección fue confiada a Ricardo M. de Urgoiti. La estación Unión Radio Madrid, que fue inaugurada por el Rey el 17 de junio de 1925 y que se encontraba instalada en el edificio de los almacenes Madrid-París en la Gran Vía de Madrid, contaba con un transmisor de 6 kW de potencia, con una antena soportada por dos torres de celosía en la azotea del edificio.

La absorción se hizo, sin embargo, por etapas. Esta fusión, tal y como fue presentada en 1926 por la Asociación Nacional de Radiodifusión y Radio Barcelona, no afectaba más que a la actividad económica quedando la programación fuera del compromiso con Unión Radio. Sin embargo, después de publicarse la Real Orden, de 15 de abril de 1926, que anulaba la prohibición de la transferencia de concesiones, EAJ 1 quedó definitivamente adscrita a Unión Radio.

Unión Radio fue creciendo y en 1930 contaba ya con estaciones en Barcelona, Sevilla y San Sebastián, además de la de Madrid.

Unión Radio fue creciendo y en 1930 contaba ya con estaciones en Barcelona, Sevilla y San Sebastián, además de la de Madrid.

## Medios de producción

En lo que se refiere a la producción de programas, todos los elementos de la cadena, desde el micrófono a la mesa de mezcla pasando por la acústica de los estudios, se han beneficiado de la evolución de la tecnología a lo largo de los años, pero nada puede compararse con el impacto que produjo la grabación en cinta magnética.

Al principio, uno de los problemas que afectaban a la calidad del sonido era la carencia de micrófonos adecuados. Los únicos existentes en el mercado eran los de carbón, aceptables para la voz, pero no para la música. Carlos de la Riva diseñó un micrófono basado en el principio electromagnético, introducido en 1924, al que por su forma se le conocía por el nombre de micrófono de palangana. Pronto los micrófonos de carbón fueron sustituidos por otros basados en principios diferentes, que aumentaron la calidad del sonido y que por sus características de directividad eran de gran utilidad para la producción.

Aunque desde los inicios de la radiodifusión sonora existían métodos para grabar el sonido, la llegada del magnetófono supuso una revolución en los métodos de producción, revolución que con los casetes también llegó a los hogares. Antes de los magnetófonos que utilizaban cinta magnética para la grabación ya habían aparecido en el mercado equipos grabadores que utilizaban hilo metálico magnético.

Hoy en día, con la introducción del disco compacto en los años ochenta, de los sistemas de grabación digital en cinta y la utilización de la informática como herramienta habitual, todo el proceso de producción se puede realizar en un entorno totalmente digital. De esta forma la grabación, la reproducción y el archivo del sonido con medios digitales han sustituido a todos los métodos anteriores.

Recibido en Unión Radio el reporte de recepción que envió cierto aficionado inglés que escuchó a la estación EAJ-7 en la noche del 19 de julio de 1926, la emisora madrileña le remitió esta tarjeta «QSL» confirmando su emisión. En la tarjeta se puede ver la azotea del edificio de los almacenes Madrid-París con la antena de Unión Radio



Una vez que los aficionados al *broadcasting* se hubieron acostumbrado a escuchar la «radiotelefonía» equipados con sus auriculares conectados al receptor de galena o de lámparas, el paso siguiente fue la incorporación del *altavoz* a la propia estación radioeléctrica receptora, como muestra la imagen de un Radiola construido hacia 1926 cuyo diseño fue similar a otro construido por Ericsson en 1928

(Derecha). Uno de los primeros receptores de radio transistorizados, fabricado en Estados Unidos, país donde nació el transistor; antes de la invasión del mercado por la industria japonesa

A pesar de la escasez de componentes en la radio-industria española una vez finalizada la guerra civil, algunos «radio-técnicos» se esforzaron en ofrecer lo mejor y más vanguardista dentro de las posibilidades. Por ello, José Polo Martínez, al frente de Laboratorios Precisión, en 1945 puso en el mercado esta «radio-gramola» con las gamas de ondas media y corta, y un cambiador automático construido por Thorens

En la simbiosis de la radio con el mundo del sonido los fabricantes de los años cincuenta pusieron a disposición de los amantes de la buena música los primeros equipos integrados de «Hi-Fi» o «Alta Fidelidad», como el Philips «FE 733 A» provisto de cambiador automático y receptor con las gamas de onda media y cortas, cuyo precio en 1954 fue de 17.366,25 pesetas

## Receptores

En los primeros años de la radiodifusión, el receptor más sencillo estaba basado en un cristal de galena que servía de detector y que era adecuado para la recepción individual mediante auriculares. Los radioyentes con más medios podían permitirse la adquisición de un receptor de válvulas y altavoz separado, alimentado con baterías, que entonces se llamaban *acumuladores* y que había que recargar regularmente. Los receptores de válvulas utilizaban la técnica de amplificación directa, proceso que exigía un gran número de pasos de amplificación de radiofrecuencia antes de la detección.

Estos dos tipos de receptores necesitaban conectarse a una antena exterior de unos 30 metros y, además, el receptor debía tener una buena toma de tierra. Pero no sólo había interés en los receptores fabricados y adquiridos comercialmente, sino también en los de construcción casera.

En 1926 aparecieron los primeros receptores de radio enchufables a la red, y por aquellos años el circuito superheterodino empezó a utilizarse en los receptores sustituyendo a los de amplificación directa. Más adelante, al principio de los años treinta, muchos fabricantes integraban en un mismo mueble un receptor de radio y un gramófono. En la segunda mitad de la década, la mayoría de los receptores disponían de un dial con los nombres de las estaciones y se empezó a introducir el indicador visual de sintonía (como el ojo mágico). Otras innovaciones fueron el control automático de frecuencia (AFC) y la sintonía mediante botones.

En los años cuarenta empezó a popularizarse el segundo receptor, complementario del situado en el cuarto de estar y, normalmente, más pequeño. En la siguiente década, la introducción del nuevo servicio de radiodifusión en modulación de frecuencia (FM) utilizando la banda de VHF dio un nuevo impulso a la industria de receptores de radio. Sin embargo, lo que verdaderamente revolucionó la industria electrónica en general, y la de fabricación de receptores en particular, fue la invención del transistor en los Estados Unidos. El impacto fue tan grande que, en poco tiempo, la palabra transistor se convirtió en sinónimo de receptor de radio portátil. En 1961, con muy pocas excepciones, todos los receptores portátiles eran de transistores y en poco tiempo adoptaron también los circuitos integrados. Además, en el Decreto de la Presidencia, de 18 de agosto de 1959, se obligó a todos los fabricantes a disponer en los receptores «de los circuitos adecuados para la recepción de la banda comprendida entre 88 Mc/s y 108 Mc/s con modulación de frecuencia».

En muchos países, en la década de los sesenta se introdujeron las emisiones regulares con sonido estereofónico y los fabricantes reaccionaron rápidamente produciendo equipos de radio de gran calidad para este nuevo mercado de alta fidelidad. Más



adelante, el receptor de radio se incorporó a las cadenas de sonido convirtiéndose en uno de sus módulos.

## La radio a partir de 1952

El año 1952 es importante para la radio porque se creó la Dirección General de Radiodifusión en el nuevo Ministerio de Información y Turismo, que ese mismo año, el 14 de noviembre, dictó un Decreto para intentar poner orden en la radiodifusión española. En el Decreto se clasificaban las emisoras en nacionales, comarcales y locales, intentando reducir el número de estas últimas.

A pesar de este Decreto, el número de emisoras locales había aumentado considerablemente, problema que, además de afectar a las posibilidades del espectro radioeléctrico, no se producía sólo en España. Por ello hubo que recurrir a la nueva técnica de modulación de frecuencia para sustituir las emisoras locales que utilizaban la técnica clásica de modulación de amplitud en la congestionada banda de ondas medias. Es curioso constatar que, a pesar de la necesidad de canales y a pesar de sus ventajas, en España no se utilizaban los emisores de onda larga, sino sólo los de onda media y onda corta. Es por ello por lo que el 6 de agosto de 1958 se publicó un Decreto, seguido por una larga serie de disposiciones, sobre la transformación de las emisoras locales de onda media en emisoras con modulación de frecuencia, a la que se empezó a llamar FM, y que funcionaba en la banda de ondas métricas comprendida entre 88 y 108 Mherzios. A España se la habían asignado 81 canales para emisoras de FM en el Acuerdo de Radiodifusión de Estocolmo.

Dentro de este nuevo marco regulatorio Radio Nacional de España instaló un transmisor de FM en el edificio de TVE en la Avenida de La Habana y otro en los estudios de televisión de Miramar, en Barcelona para cubrir Madrid y Barcelona.

A pesar de estas medidas seguía existiendo una desordenada onda media, ocupada por las emisoras de la red nacional, comarcales, privadas, de la Iglesia y del Movimiento. Las de la Iglesia, encuadradas en la Cadena de Ondas Populares (COPE) que aún subsiste, coexistían con las diocesanas y otras simplemente parroquiales. Las emisoras del Movimiento con sus tres cadenas (REM, CAR y CES) proliferaban de forma desordenada hasta que fueron suprimidas. En cualquier caso, aunque las redes de la Iglesia o del Movimiento eran las más numerosas de la radiodifusión española, la importancia real de estos dos grupos era inferior a la de Radio Nacional de España o la de la cadena SER que ofrecían programas de gran interés que transmitían todas sus estaciones. Esta anárquica situación de la radiodifusión intentó remediarse nuevamente con el Plan transitorio de Ondas Medias, promulgado por Decreto de 23 de diciembre de 1964, que con el de 14 de noviembre de 1952 constituyen las dos disposiciones fundamentales de aquella época.

Una Ley de gran importancia en lo que a la radiodifusión sonora se refiere es la del 21 de diciembre de 1965, de la Jefatura del Estado, que suprime los impuestos que afectan al uso de receptores de radio y televisión. Es así como España sigue siendo una excepción al resto de

los países de Europa Occidental, que aplican un impuesto sobre la recepción que se revierte al servicio público. Probablemente, una de las razones por las que se suprimió el impuesto por el uso de receptores de radio y televisión fueron las dificultades para la recaudación, problemas que también han debido experimentar otros países.

Es curioso constatar cómo la radio en España ha evolucionado de forma que, con unos inicios claramente de empresa privada, haya tenido luego una vocación

A mediados de los años cincuenta e inmersos los Estados Unidos en el mundo de la «Alta Fidelidad», llegaron a España estos sintonizadores de Frecuencia Modulada Stromberg-Carlson cuando aún no existían oficialmente emisiones de FM. No por ello hubo que limitarse a oír la onda media, pues la única estación que se escuchaba en los alrededores de los 100 Mhz. fue la que se identificaba en lengua inglesa como American Forces Radio-Torrejón



La «Real Orden de 14 de junio de 1924 sobre régimen de estaciones radioeléctricas particulares», instituyó la obligada licencia para la instalación de las «estaciones radioeléctricas receptoras», extendida por el Jefe de Telégrafos, cuya denominación derivó a la de «aparato radio-receptor». En la década de 1940 el Ministerio de Hacienda creó el «impuesto sobre radio-audición» mediante unos sellos engomados cuyo valor varió con el paso del tiempo. Ya en los años cincuenta, este mismo impuesto fue cobrado de nuevo mediante recibos nominales en los que se indicó la cuota anual



de servicio público con la tupida red de Radio Nacional y también con las emisoras de los gobiernos autonómicos.

La radiodifusión ha estado adscrita al Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, al Ministerio de Fomento, al Ministerio de Ciencia y Tecnología y últimamente a una Secretaría de Estado del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

## Nuevas tecnologías

La radio analógica tiene ya sus rivales digitales: la DAB y la DRM. La DAB (Digital Audio Broadcasting, o radiodifusión sonora digital) se orienta a la ampliación de los actuales servicios de FM. Aparte de una mejora en la calidad del audio, la DAB ofrece también datos, asociados y no asociados a programas, como un servicio de valor añadido. La DAB supone la creación de una frecuencia única totalmente sincronizada a través de la que se pueden enviar diversos

paquetes de programas por parte de hasta seis radiodifusores distintos, con las ventajas de una gran calidad de sonido y, como ya se ha mencionado, la posibilidad de recepción de otros datos y servicios complementarios. El sistema que empezó llamándose Eureka 147 DAB fue desarrollado por un consorcio europeo creado en 1987 y compuesto por fabricantes, radiodifusores, institutos de investigación y operadores de redes. La DRM (Digital Radio Mondiale) se enfoca en complementar a la radio analógica en frecuencias por debajo de los 30 MHz ofreciendo una calidad superior y mayor cobertura que su homónimo analógico. En España se han hecho también pruebas del sistema DRM.

La DAB comenzó en España en octubre del año 2000. Al principio, las emisiones eran sólo para Madrid y Barcelona, pero pronto se extendieron a otros núcleos de población. La normativa de la DAB en España es muy extensa y arranca del Plan Técnico Nacional para la Radiodifusión Sonora Terrenal del 23 de julio de 1999. La radio digital emite en dos frecuencias diferentes conocidas por los acrónimos MF1 y MF2, habiéndose asignado seis programas diferentes en cada uno de los bloques de frecuencias:

- En el MF1 están Radio Nacional de España, con dos concesiones (RNE1 y RNE5), Cadena Cope, Radio Intereconomía, Radio Marca y El Mundo Radio.
- En el MF2 están la Cadena SER, Onda Cero, Quiero (Radio), SRDT (Onda Rambla y Grupo Planeta), Punto Radio (ABC) y Radio España.

La radio digital en España tiene un carácter de servicio público y, por tanto, cada concesión lleva aparejada también la concesión del dominio público radioeléctrico, necesario para su explotación.

Aunque la DAB inició las pruebas de radiodifusión en la última década del siglo XX no ha sido un éxito en Europa, quizás con la excepción del Reino Unido, donde los receptores digitales de radio son uno de los productos electrónicos de mayor consumo de ventas, habiendo superado a las de los receptores analógicos. Como ejemplo, se puede citar, el éxito de ventas de un receptor, a un precio de 99 libras, en diciembre de 2001, coincidiendo con el 100 aniversario de la transmisión por Marconi de una señal a través del Atlántico; las existencias se agotaron en 23 minutos.

En Corea se está utilizando DAB conjuntamente con DMB (Digital Multimedia Broadcasting) o sea Radiodifusión Digital Multimedia para teléfonos móviles, entre otras cosas, aunque todavía esta aplicación no ha aparecido en Europa. También en EE.UU. ha existido un interés por la radio digital. El principio del sistema americano consiste en introducir informaciones digitales junto con las señales analógicas que ahora se emiten. De este modo la asignación de bandas de frecuencias no cambia. Este modelo americano denominado IBOC (In-Band On-Channel, o sea en la banda y en el mismo canal) para las bandas utilizadas en onda media y onda corta ha sido aprobado como un estándar mundial por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones mientras que para la FM, por el momento, sólo los Estados Unidos lo han aprobado a través de la Comisión Federal de Comunicaciones (la conocida FCC).

Este modelo de radio digital, que surge como una evolución de los sistemas actuales de radiodifusión, tiene grandes posibilidades de implantarse, ya que no rompe con las actuales condiciones del mercado al no aparecer nuevos actores, sino que los actuales implicados en el sector tienen la posibilidad de emigrar a las emisiones digitales cuando quieran. Por otro lado, el coste de la implantación de los transmisores es muy reducido, ya que casi todo el equipamiento actual sirve con leves modificaciones. Además se espera que los receptores digitales para este sistema no incrementen su precio de modo significativo.

«La tecnología digital en la radio será sin duda la mayor innovación producida en este medio desde la aparición de la frecuencia modulada en la década de 1940», según indica Ken Mueller, director de la sección de radio del Museum of Television & Radio (Museo de la Televisión y la Radio) de Nueva York. Agregó además que, como sucedió con la frecuencia modulada, generalizada sólo en la década de 1970, la difusión de la nueva tecnología en el mercado «será paulatina». «No es que diga que llevará treinta años», aclaró, «pero hay que esperar para que la gente tenga receptores adecuados para captar estas señales.»

La transición de la radio analógica a la digital no es similar a la que se prevé para la televisión digital. El Congreso de Estados Unidos ha fijado el mes de diciembre de 2006 como fecha

límite para que las emisoras transformen todas sus señales de televisión en digitales. Después de esa fecha, todos los que quieran ver las emisiones de televisión deberán contar con un receptor provisto de sintonizador digital o instalar un conversor acoplado al equipo actual. En radiodifusión sonora nadie puede pensar que se suprimirán las emisiones en ondas medias y largas que llegan a todos los rincones de la Tierra y que constituyen para muchos la principal fuente de información y entretenimiento.

La tecnología elaborada por iBiquity (unión de USADR y Lucent), sobre la base del modelo IBOC, permite que las emisoras sigan emitiendo como hasta ahora y envíen simultáneamente señales analógicas y digitales. Los radioyentes no se verán obligados en principio a comprar receptores nuevos para seguir escuchando sus programas favoritos aunque tendrán que hacerlo si pretenden tener un sonido mejor y gozar de otras opciones.

Robert Struble, presidente y director ejecutivo de iBiquity, ha comparado esta situación con lo ocurrido cuando se impuso la televisión en color. *«Si uno tenía un televisor en blanco y negro, y la emisora local empezaba a transmitir en color, el televisor seguía funcionando y uno seguía viendo imágenes en blanco y negro. Pero si uno quería el color e imágenes de mayor resolución, tenía que comprarse un televisor de color. Pasa lo mismo con la radio digital.»*

Otro sistema importante en lo que a las nuevas tecnologías se refiere es el sistema de radiodifusión de datos conocido como RDS, acrónimo del inglés Radio Data System, o sea, sistema de datos por radio. Es una técnica que permite añadir, de forma inaudible, información relacionada con los programas de radio en frecuencia modulada. Como el DAB, fue desarrollado en Europa (por la Unión Europea de Radiodifusión) aunque a diferencia del DAB se está utilizando con éxito en un gran número de países. La señal digital que contiene la información relacionada con los programas de radio, se transmite con una velocidad de 1187.5 bit/s y modula una subportadora de 57 kHz, utilizando el método de modulación de amplitud con portadora suprimida, que se suma a la señal múltiplex estereofónica a la entrada del transmisor de frecuencia modulada. Entre las principales aplicaciones del sistema RDS<sup>2</sup> cabe destacar:

1. La sintonía automática del receptor a una red de emisoras seleccionada por el usuario, lo cual le permite escuchar el mismo programa durante un largo viaje por carretera, sin necesidad de sintonizar manualmente el receptor a otro centro emisor de la misma red, cuando la recepción pasa a ser deficiente al salir de la zona de servicio de un centro emisor determinado.
2. La presentación en la pantalla del receptor del nombre de la red de emisoras que se está escuchando, y del tipo de programa que se está recibiendo en ese momento: noticias, asuntos generales, deportes, música, variedades, religioso, etc.
3. La recepción automática de información relacionada con el tráfico. Cuando se selecciona esta característica se da prioridad a las noticias sobre el tráfico, de forma que el receptor

2 Como ejemplo, el sistema RDS instalado por Radio Nacional de España emite la siguiente información:

1. Funciones de sintonización:

- Identificación de la red de emisoras
- Nombre de la red de emisoras
- Lista alternativa de frecuencias
- Identificación de red con programas de tráfico
- Tipo de programa
- Información sobre otras redes de emisoras

2. Otras funciones:

- Identificación de información sobre el tráfico
- Identificación para el descodificador
- Conmutador música/palabra
- Número relacionado con la fecha y hora de emisión de un programa determinado
- Radiotexto
- Canal transparente de datos
- Aplicaciones internas
- Fecha y hora
- Radiobúsqueda
- Canal de mensajes de tráfico codificado
- Sistema de aviso de emergencia

Entre las funciones mencionadas anteriormente que se utilizan en todos los sistemas cabe destacar la lista de frecuencias alternativas.



conmutará, de forma automática, dentro de una misma red, a la emisora que emita información sobre el tráfico, y una vez terminada dicha información volverá a sintonizar, automáticamente, la emisora que previamente estaba seleccionada.

Entre los datos incluidos en una señal FM-RDS, difundida desde un determinado Centro Emisor, se encuentran las frecuencias de los Centros Emisores próximos que componen la lista de Frecuencias Alternativas (AF).

La rápida introducción de las nuevas tecnologías en la vida cotidiana, en especial el fenómeno de la interactividad ha llevado al oyente-espectador a replantearse su papel tradicional de mero «escuchador».

El espectador puede elegir lo que quiere ver y oír desde el sofá de su casa. Caminamos hacia formas nuevas de creación y consumo de mensajes.

## Internet

Difusión por Internet (en inglés «Webcasting» o «Netcasting») es la transmisión de señales de audio o vídeo multimedia o interactivas, en directo o previamente grabadas, a ordenadores



personales conectados a Internet. Utiliza la llamada tecnología de «arrastar» (en inglés *push*) con la cual el servidor de la web literalmente «empuja» la información hasta el usuario en vez de esperar hasta que el usuario lo solicite.

La difusión por Internet indica la producción, transmisión y entrega de documentos con hipervínculos consistentes de texto, audio y señales visuales (vídeo y gráficos) para su presentación por medio de un interfaz de tipo explorador. A

diferencia de la radiodifusión clásica, que es sólo de una dirección, la difusión por Internet permite la interacción con el origen, decidiendo lo que se va a entregar. En realidad el usuario de uno de estos servicios tiene que hacer algo inicialmente: una petición, una suscripción o la utilización de algún programa de software que haga estas funciones en lugar del usuario.

Desde luego, la difusión por Internet no tiene nada que ver con la radiodifusión clásica ni con la distribución por cable, en la que los abonados reciben sonidos o televisión mediante el pago de una cantidad. Sin embargo, por distintas razones los organismos de radiodifusión públicos y privados han querido estar presentes en esta modalidad de difusión. En España Catalunya Radio fue el primer organismo que utilizó Internet para la difusión de sus programas, concretamente en abril de 1996.

La forma más simple de difusión por Internet implica la utilización de la tecnología de flujo continuo (*streaming*) para audio, vídeo y texto en donde el centro de producción determina el contenido. La tecnología de flujo continuo consiste en que los datos se transfieran de una manera que permita su procesado con un flujo continuo y constante. De este modo el ordenador del cliente puede ir presentando o utilizando los datos sin necesidad de descargar la información completamente.

Como es lógico, la difusión por Internet supone una seria competencia con las emisiones de onda corta en algunos casos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el acceso a Internet es limitado y en general cuesta dinero. Una excepción es Estados Unidos donde las llamadas locales —caso de Internet— son gratuitas, lo que ha ocasionado que la BBC haya suprimido las emisiones de onda corta dirigidas a EE.UU.

Sesión inaugural de las Conferencias de Telegrafía y Radiotelegrafía, celebrada en el Palacio del Senado el día 3 de septiembre de 1932, presididas por el Jefe del Gobierno, D. Manuel Azaña. (Fotografía publicada por la revista mensual de difusión técnica EAQ, órgano de la Estación de onda corta de Transradio Española, E.A.Q. Radio difusión Ibero Americana).

Sede de la Unión Internacional de Telecomunicaciones en Ginebra, recogida en la QSL (tarjeta para confirmar los controles de recepción) de la estación de aficionado 4UIITU

## Planificación internacional de frecuencias

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que es la institución especializada de las Naciones Unidas en materia de las telecomunicaciones, tiene como una de sus funciones más importantes la planificación del espectro radioeléctrico y la reglamentación de su uso para evitar desde el principio las interferencias perjudiciales, mejorando la seguridad de las embarcaciones en el mar. La primera Conferencia de Radiocomunicaciones organizada por la UIT se celebró en Berlín en 1903, no mucho después de la aparición de las radiocomunicaciones, y allí se redactó un Reglamento y se hizo una primera distribución de frecuencias entre los servicios existentes.



En lo que respecta a la radiodifusión, es interesante señalar que en la década de los años veinte del siglo pasado se descubrió la propagación a largas distancias de las ondas cortas. No fue hasta 1927 en la Conferencia de Washington (distrito de Columbia) cuando se adjudicaron frecuencias a la radiodifusión. La importante Conferencia celebrada en Madrid, en 1932, trajo como consecuencia la Conferencia de Radiodifusión Europea de Lucerna en 1933 donde se asignaron frecuencias a todas las estaciones europeas de radiodifusión.

Aunque no fueron Conferencias oficiales de la UIT, en La Habana en 1937 y en Washington en 1946 se celebraron Conferencias donde se trataron problemas de frecuencias en los países americanos.

En lo que respecta a Europa, la Conferencia de Copenhague en 1948 asignó frecuencias del espectro de ondas largas y medias y la de Estocolmo en 1961 distribuyó el espectro de ondas métricas y asignó frecuencias a las estaciones de radiodifusión sonora de modulación de frecuencia.

En lo que se refiere a las ondas cortas no se ha podido llegar a un acuerdo para las asignaciones de frecuencias, aunque en la Conferencia de Málaga-Torremolinos en 1992 se asignaron 790 kHz adicionales al espectro de ondas cortas para radiodifusión. Además, en esta importante Conferencia se asignó en exclusiva a la radiodifusión sonora digital la banda 1452-1492 MHz.

## Bibliografía

- EBU Technical Review* (1995). *A Century of Wireless*. *EBU Technical Review* n.º 263, Primavera.
- Ezcurra Carrillo, Luis (1970). *Apuntes de las lecciones* impartidas por Luis Ezcurra Carrillo en la Escuela Oficial de Radio y Televisión sobre Historia y Estructura de la Radio y la Televisión.
- Kozamernik, F. (1995). *Digital Audio Broadcasting-Radio now and for the future*. *EBU Technical Review*, n.º 265, Otoño.
- Ayala Carcedo, Francisco (Director) (2001). *Historia de la Tecnología en España*. VALATENEA, Capítulo 49 (Tomo II).



En España se iniciaron tímidamente experiencias de televisión en el laboratorio de Radio Nacional, enclavado en el Paseo de la Habana de Madrid, en 1951 adoptando la norma de 625 líneas. En la fotografía se ve una demostración de Philips, antes de que se inaugurara el servicio de televisión, el 28 de octubre de 1956, tal y como se recoge en Bahamonde y otros



## La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de radiodifusión de televisión en España

Eduardo Gavilán Estelat

## Fundamentos de la televisión

A diferencia de la radiodifusión sonora, el desarrollo de la televisión está jalonado por la utilización de normas incompatibles entre sí y ha sido posible gracias a los inventos, ideas y descubrimientos aportados por una veintena de científicos en los últimos treinta años del siglo XIX y en los treinta primeros del XX.

Entre los pioneros cabe destacar al telegrafista irlandés Joseph May, que en 1873 descubrió, por casualidad, el efecto fotoeléctrico. George Carey (EE.UU.) y Constantin Senlecq (Francia) propusieron en 1875 y en 1881, respectivamente, sistemas basados en células fotoeléctricas, ingeniosos pero impracticables.

El físico alemán Paul Nipkow tuvo la idea de transmitir imágenes a distancia mediante su descomposición en puntos luminosos que podían convertirse en señales eléctricas, idea sobre la que está basada la televisión, tal como la conocemos hoy en día. Creó así el llamado disco de Nipkow, que patentó en enero de 1884 y que abrió el camino de la televisión.

El escocés John Baird perfeccionó el sistema mecánico de Nipkow en 1925, haciendo durante tres semanas demostraciones en los almacenes Selfridge's de Londres y en 1928 consiguió transmitir imágenes a los Estados Unidos mediante una emisora de onda corta. No es de extrañar que muchos consideren a Baird como el inventor de la televisión. Sorprendentemente los sistemas mecánicos no fueron sustituidos totalmente por los electrónicos hasta 1937. Anteriormente, y como ocurrió en Londres, se alternó el sistema mecánico con el electrónico en las emisiones experimentales de televisión, durante cierto tiempo.

La palabra francesa *télévision* fue empleada por primera vez en 1900 por el físico ruso Constantin Perskiy en una conferencia pronunciada en la Exposición de París. La palabra fue rápidamente adoptada en inglés (*television*), en holandés (*televisie*), en italiano (*televisione*) y en español (*televisión*). La palabra alemana *Fernsehen* ya se había utilizado en 1890 y sigue en vigor.

## Televisión electrónica

Es indudable que Karl Ferdinand Braun, alemán como Nipkow, abrió el camino de la televisión electrónica con la construcción del tubo de rayos catódicos en 1897. El científico ruso Boris Rosing, adivinando las posibilidades futuras del tubo de rayos catódicos para la televisión, realizó diversos experimentos en su laboratorio de San Petersburgo en 1907 y el escocés Campbell Swinton propuso un sistema de televisión totalmente electrónico en 1908.



Disco Nipkow. Este disco fue patentado por Paul Nipkow en enero de 1884 y abrió el camino de la televisión.

No está muy claro si fue Zworykin con su iconoscopio, o Farnsworth con su tubo disector de imagen, el primero en inventar, en los primeros años de la década de los veinte del siglo pasado, un tubo electrónico de exploración de imágenes, pero, desde luego, el que se impuso fue el iconoscopio que contó con el apoyo de RCA (Radio Corporation of America).

Lo que supuso un gran paso hacia adelante fue el desarrollo, en 1939, de los tubos de cámara *iconoscopio imagen*, también llamados super-iconoscopios o Rieselikos, mucho más sensibles que los iconoscopios y con una extraordinaria calidad de imagen. Estos tubos se estuvieron fabricando sin ninguna modificación desde 1941 hasta 1955, aunque ya en 1953 había aparecido el tubo *orticon imagen* de mucha más sensibilidad.

Por otra parte el alemán Manfred von Ardenne desarrolló en 1931 el sistema *Flying spot* para transparencias, utilizado también durante largos años para películas.

Aunque no se trate de equipos sino de sistemas, tiene interés destacar el principio de la exploración entrelazada al que llegaron independientemente varios investigadores en 1930.

## Distintas normas de televisión

En marzo de 1935 se inició en Berlín un servicio de televisión con 180 líneas por cuadro y 25 cuadros por segundo en el que las imágenes se pasaban a película, que se exploraba con un disco rotatorio. En noviembre del mismo año, comenzó en París un servicio de televisión con el mismo número de líneas y cuadros por segundo.

En Gran Bretaña, la BBC inició un servicio de programación regular el 2 de noviembre de 1936, exactamente dieciséis años después de la inauguración del primer servicio de radiodifusión sonora en los Estados Unidos, utilizando un sistema de 405 líneas que se alternaba con el mecánico de Baird, de 240 líneas, hasta que en 1937 se adoptó definitivamente el sistema electrónico de 405 líneas.

En Francia, también en 1937, se adoptó un sistema de 455 líneas que más tarde se cambió a 819 líneas. En Alemania y en Italia el sistema adoptado era de 441 líneas y en la Unión Soviética se utilizaron 343 líneas en Moscú y 240 en Leningrado.

En los Estados Unidos, la NBC inauguró el primer servicio regular de televisión el 30 de abril de 1939. Al principio, se utilizó un sistema de 441 líneas, pero en 1941 se cambió al sistema de 525 líneas aprobado por la FCC que sirvió de base para el espectacular desarrollo de la televisión en Estados Unidos y que fue adoptado por Japón y otros muchos países.

Con este confuso panorama, en España se iniciaron tímidamente experiencias de televisión al final de la década de los cuarenta del siglo XX en los locales del Paseo de la Habana de Madrid de Radio Nacional. Luis Guijarro, Director Técnico de RNE fue responsable de esas primeras experiencias de televisión en España realizadas por varios técnicos entre los que destacan Carlos Sterling y Juan de la Cierva. Para las experiencias se utilizaron como base unos equipos regalo de Alemania, pero en el Paseo de la Habana se desarrollaron cámaras y televisiones que permitieron transmitir un programa importante en el que entre otros artistas intervinieron Carmen Sevilla, Mary Luz galicia y Ángel de Andrés.

Posteriormente, en 1950, se hizo cargo de las experiencias de televisión el laboratorio de Radio Nacional que dirigía el ingeniero de telecomunicación Joaquín Sánchez Cordovés que contó con la colaboración de Ignacio Miró, profesor de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación. Cabe destacar las aportaciones de Juan de la Cierva a la televisión ya que después de abandonar el Paseo de la Habana se trasladó a EE.UU. donde patentó varios inventos suyos, algunos de los cuales, como el *dynalens* son aplicables a la televisión.

La primera decisión acertada que se tomó en el laboratorio fue no seguir el ejemplo de Gran Bretaña ni el de Francia, a pesar de que ya tenía servicios de televisión bien establecidos, y adoptar la norma de 625 líneas.

## Primeras emisiones de televisión en España

Con este confuso panorama, en España se iniciaron tímidamente experiencias de televisión al final de la década de los 40 del siglo XX en los locales del Paseo de la Habana de Madrid de



Cámara con iconoscopio, provista de teleobjetivo, que se utilizó para captar algunos deportes de los Juegos Olímpicos de Berlín en 1936. Maneja la cámara el ingeniero Dr. Bruch que años más tarde inventaría el sistema PAL de televisión en color



Primer aparato de televisión de 405 líneas de Philips. En Gran Bretaña, la BBC inició un servicio de programación regular el 2 de noviembre de 1936



Televisor que estuvo en el mercado inglés en 1948, muy semejante a los que se utilizaron para recibir los primeros programas experimentales de televisión en Madrid

Radio Nacional de España. Luis Guijarro, Director Técnico de RNE fue responsable de esas primeras experiencias de televisión en España realizadas por varios técnicos entre los que destacan Carlos Sterling y Juan de la Cierva. Para las experiencias se utilizaron como base unos equipos regalo de Alemania, pero en el Paseo de la Habana se desarrollaron cámaras y televisores que permitieron transmitir un programa importante en el que entre otros artistas intervinieron Carmen Sevilla, Mary Luz Galicia y Ángel de Andrés.

Posteriormente, en 1950, se hizo cargo de las experiencias de televisión el laboratorio de Radio Nacional que dirigía el ingeniero de telecomunicación Joaquín Sanchez Cordovés que contó con la colaboración de Ignacio Miró, profesor de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación. Cabe destacar las aportaciones de Juan de la Cierva a la televisión ya que después de abandonar el Paseo de la Habana se trasladó a EE.UU. donde patentó varios inventos suyos, algunos de los cuales, como el dynalens son aplicables a la televisión.

La primera decisión acertada que se tomó en el laboratorio fue no seguir el ejemplo de Gran Bretaña ni el de Francia, a pesar de que ya tenían servicios de televisión bien establecidos, y adoptar la norma de 625 líneas.

En 1955 se adquirió un transmisor de tipo profesional, que se instaló en los locales del Paseo de La Habana, con un sistema radiante adecuado. Se adquirieron, también, para la producción tres cámaras provistas del nuevo tubo *orticon imagen*, que se sumaron a las dos cámaras supericonoscopio existentes, un telecine, un mezclador y enlaces móviles de microondas. Con todos estos equipos a punto, se inauguró el servicio regular de televisión el 28 de octubre de 1956.

En España se adoptó una norma o sistema de televisión en la que la señal de vídeo (imagen) se transmitía con modulación de amplitud y el sonido asociado a la imagen con modulación de frecuencia (sistema B). Más adelante, para el segundo programa se adoptó una norma similar con esas mismas dos características (sistema G).

A partir de la inauguración del servicio en Madrid se emprendió una frenética carrera para cubrir el territorio español. Entre 1958 y 1959 entró en servicio el enlace radioeléctrico Madrid-Barcelona para transmitir las señales de televisión y las emisoras de Zaragoza y Barcelona. En los años siguientes y hasta 1962, se consiguió que la televisión llegara a casi todas las ciudades más importantes y a un alto porcentaje del territorio español. Cabe destacar las instalaciones de estaciones de transmisión para dar servicio a Bilbao en 1960 y a Galicia y Sevilla en 1961.

En 1962 se instaló el enlace de microondas Madrid-Aitana para la transmisión de señales de televisión hasta Valencia. Este enlace fue el primero de Europa completamente transistorizado. Ese mismo año entraron en servicio dos unidades móviles japonesas con cámaras transistorizadas, también las primeras utilizadas en Europa de tecnología de estado sólido. El tiempo ha demostrado que la decisión de los ingenieros de adquirir equipos de estado sólido fue acertada, aunque en aquellos años algunos la consideraron sumamente arriesgada.

En 1964 la televisión llegó a las Islas Canarias, el número de televisores sobrepasó el millón, y ya con una sólida infraestructura, los Servicios Técnicos se organizaron con responsabilidades territoriales y especializaciones.

Ese mismo año un grupo de expertos redactó el Plan Nacional de Televisión para el período 1964-1967 en el que se incluía la idea de acelerar los trabajos de construcción de los estudios de Prado del Rey, con una mejora del proyecto inicial, lo que permitió inaugurar los nuevos estudios ese año. Dentro del Plan también se contemplaba la supresión de toda sombra en la recepción de la televisión en la totalidad del territorio nacional. La creación y lanzamiento de la Segunda Cadena, que se emitiría en UHF, la elevación del contenido cultural de los programas y la presencia de Televisión Española en el mercado mundial de programas y, muy especialmente, en el mundo hispánico, se encontraban también entre sus objetivos.

A la fecha de finalización del Plan, 1967, el número de receptores sobrepasó los dos millones, habiéndose duplicado su número en sólo tres años.

Naturalmente, los centros emisores que cubrían las grandes ciudades se complementaban con reemisores para cubrir otros centros de población.

## Problemas de recepción

La llegada de la televisión a España planteó el problema de los receptores, que eran escasos y además muy caros. Para resolver el problema, la Dirección General de Radiodifusión y Televisión presentó al Gobierno un esquema de receptor que podía fabricarse a bajo coste. Esto unido a la concesión de licencias de importación para algunos componentes y a desgravaciones fiscales permitió ofrecer en el mercado los televisores llamados «nacionales» mucho más baratos que los normales cuya fabricación fue también protegida por el Gobierno. Además el Gobierno promulgó disposiciones para evitar las perturbaciones parásitas tan perjudiciales para la recepción de televisión.

Otro factor de gran importancia para la recepción fue la Ley, de 21 de diciembre de 1965, de la Jefatura del Estado por la que se suprimían los impuestos que afectaban al uso de receptores de radio y televisión. Es así como España seguía siendo una excepción con respecto a los países de Europa Occidental, que aplicaban un impuesto sobre la recepción, que se revertía en el servicio público. Probablemente, una de las razones por las que se suprimió el impuesto por el uso de receptores de radio y televisión fue la dificultad para la recaudación, problema que también habían debido experimentar otros países.

Otro problema importante era la instalación de antenas individuales en las azoteas y tejados de los edificios, que además de la cuestión estética, debido a su proliferación dificultaban la recepción. Para resolver este problema se promulgó la Ley 49/66, de 23 de julio, que declaraba obligatoria la instalación de antenas colectivas en la mayoría de los inmuebles.

## La televisión en Barcelona

A principios de 1959 se completó el enlace de microondas entre Madrid y Barcelona con la instalación de tres estaciones intermedias entre La Muela (Zaragoza) y Barcelona. En espera de completar el enlace, ya se había instalado en la Torre de las Aguas del Tibidabo un transmisor y una antena de televisión. Este emplazamiento era ideal para un transmisor de televisión, porque desde el Tibidabo se dominaba perfectamente la ciudad de Barcelona.

Se esperaba con gran impaciencia la llegada de la televisión y las ventas de televisores fueron espectaculares. Además, el domingo 15 de febrero de 1959 se iba a retransmitir desde Madrid el partido de fútbol entre el Real Madrid y el C.F. Barcelona. El partido fue muy interesante y, según la prensa, además de los 120.000 espectadores que llenaban el Estadio Santiago Bernabeu, siguieron las incidencias del partido 150.000 telespectadores en los hogares y 400.000 personas que se agolpaban ante los escaparates de los comercios de Madrid, Zaragoza y Barcelona que habían colocado televisores.

El Ayuntamiento de Barcelona cedió a Televisión Española el uso del Palacio Miramar, construido para la Exposición de 1929 en Montjuich. A gran velocidad se adaptó y amplió el edificio para adaptarlo a la producción de programas de televisión, que se inició con emisiones dedicadas a la Feria de Muestras, con lo que se consiguió la experiencia necesaria.

La producción de programas de difusión nacional se inició, con gran éxito, mediante el programa denominado «Balcón del Mediterráneo». Barcelona fue durante algún tiempo el principal origen de programas propios de televisión hasta que entraron en servicio los estudios de Prado del Rey de Madrid.

Pieza clave de los logros de la televisión en Barcelona fue sin duda Luis Ezcurra Carrillo, director de estos servicios, que al ser trasladado a Madrid fue el responsable de Televisión Española en la difícil época de su consolidación bajo distintos Directores Generales y en la que, además, cosechó grandes éxitos en las actividades internacionales. Es, pues, Luis Ezcurra el hombre clave de la televisión en España.



Equipos utilizados por Televisión Española para los programas en blanco y negro que se conservan en el centro de TVE de Sant Cugat, en Barcelona

## Televisión en color

La primera demostración práctica de televisión en color fue presentada por Baird en 1928, utilizando exploración mecánica, y en 1929 H.E. Ives y sus colegas de Bell Telephone Laboratories presentaron otro sistema diferente, pero también basado en medios mecánicos.

A partir de 1940 sólo se consideraron medios electrónicos y ese año Peter Goldmark, de la CBS, presentó en los EE.UU. un sistema secuencial con filtros para transmitir los tres colores primarios.

Ya en 1938 George Valensi, en Francia, había propuesto el principio de compatibilidad en los dos sentidos, de color a blanco y negro y a la inversa, y el sistema americano NTSC, que apareció en 1954, cumplía este principio, lo mismo que los dos sistemas europeos que surgieron posteriormente: uno francés desarrollado por Henry de France en 1961 y conocido como sistema SECAM y otro alemán propuesto por Walter Bruch en 1963, que era una variante del NTSC y se conocía como PAL.

A finales de 1965 se iniciaron en España las pruebas de televisión en color en SECAM y en PAL. La Dirección Técnica de TVE preparó un extenso informe sobre los dos sistemas recomendando la adopción del PAL para España, de acuerdo con todos los sectores interesados.

No fue hasta el 24 de octubre de 1969, cuando, mediante una Resolución del Consejo de Ministros, el Gobierno tomó la decisión de adoptar el sistema PAL para la televisión en color, Resolución que fue reiterada por el siguiente Gobierno. Ese mismo año, los españoles pudieron contemplar la llegada del hombre a la Luna a través de una retransmisión en la que TVE jugó un papel importante. También en 1969, TVE tuvo la responsabilidad de transmitir a todos los países de Europa el festival de la Canción de Eurovisión que se celebró en el Teatro Real de Madrid. Para la retransmisión TVE utilizó una unidad móvil de televisión en color cedida por el organismo alemán ARD.

La televisión en color no se introdujo de un día para otro. TVE emitía en color de acuerdo con las posibilidades de sus equipos, lo cual no era un problema para la recepción gracias a la compatibilidad de los televisores. Con un televisor de blanco y negro se veía todo, naturalmente en blanco y negro, y con un televisor de color los programas se veían en blanco y negro o en color, de acuerdo con la forma de la emisión.

Con motivo de las celebraciones del Campeonato del Mundo de Fútbol en 1982 y de los Juegos Olímpicos en 1992, Televisión Española adquirió un gran número de equipos, tanto de emisión como de producción, gran parte de fabricación nacional. En 1983 empezaron a surgir las televisiones autonómicas, en 1989 se creó Retevisión, y en 1990 las empresas de televisión privadas iniciaron sus emisiones, lo que dio una nueva dimensión a la televisión en España y un estimulante impulso a la tecnología.

## Producción de programas de televisión

En cuanto a los equipos de producción, ya se han mencionado los tubos de cámara utilizados en los primeros tiempos. A ellos hay que sumar el tubo *vidicon* y el *plumbicon*, que aparecieron en 1962 abriendo el camino, junto con los transistores y circuitos integrados, a una nueva generación de cámaras portátiles de color, como las utilizadas para periodismo electrónico (ENG) en combinación con un grabador de cinta magnética. El nuevo y portentoso captador de imágenes CCD, que ha sustituido a los tubos de cámara permite una reducción aún mayor del tamaño y peso de las cámaras que pueden estar unidas por microondas (cámaras RF) al control

Magnetoscopio doméstico (vulgarmente llamado vídeo), basado en las técnicas utilizadas por los magnetoscopios profesionales, que apareció en 1964. A su lado puede verse un televisor de la misma época con el que podía conectarse, ambos de Philips







de realización. En lo que se refiere a la óptica, las cámaras han pasado de los objetivos fijos a las torretas giratorias con varios objetivos y finalmente al zoom, que sustituye a varios objetivos.

Hasta que en los años setenta se introdujo el periodismo electrónico, las cámaras de cine habían constituido un elemento esencial en la producción de televisión utilizando generalmente película de 16 milímetros y distintos medios para la gra-

bación del sonido. En 1937 se introdujo la cámara compacta alemana Arriflex, que se popularizó en todo el mundo. Naturalmente en aquellos años todos los centros de producción de televisión tenían que contar con un laboratorio de revelado.

Antes de la aparición de la grabación en cinta magnética el único medio para grabar programas de televisión era el llamado *kinescopio*, que consistía en filmar por medio de una cámara las imágenes presentadas en una pantalla de televisión

La casa Ampex presentó en 1956 el primer magnetoscopio de cuatro cabezas y cinta de dos pulgadas, modelo del que vendió 600 unidades en cuatro años, que fue una verdadera revolución en las técnicas de producción. La posibilidad de reproducir las señales inmediatamente después de la grabación y las ventajas del montaje fueron factores determinantes en la producción de programas. Ampex, primer suministrador de estos equipos, ante la avalancha de pedidos tuvo que establecer por sorteo la prioridad en las entregas. TVE tuvo suerte en el sorteo y recibió una de las primeras unidades. Estos voluminosos equipos, que utilizaban cinta magnética de 2 pulgadas y un sistema denominado *cuadruplex*, fueron años más tarde sustituidos por sistemas helicoidales más ligeros y de mejor calidad que utilizaban cinta de 1 pulgada, e incluso de menor anchura, últimamente en casetes. Todos los modelos que surgieron y los que sobrevivieron adolecían de falta de compatibilidad: el mal común de la televisión.

En 1985 se normalizó el primer formato de magnetoscopio digital, el D1, y a partir de esa fecha han proliferado los formatos digitales no compatibles. Hay formatos para señales de componentes o señal compuesta, con anchuras de cinta y tamaños de casete diferentes y también con diferentes relaciones de compresión. Otros equipos de estudio como los mezcladores o generadores de efectos especiales han evolucionado a lo largo de los años y ahora, como prácticamente toda la cadena de producción, están digitalizados.

## Fin del monopolio

Tras la Ley de Televisión Privada se liberalizó el mercado televisivo y se crearon las cadenas privadas, Telecinco, Antena 3 y Canal+, en 1990.

Además, aparecieron los canales autonómicos, que son los canales de televisión regionales españoles que emiten en un ámbito autonómico, es decir, en una Comunidad Autónoma y son gestionados por el Gobierno de la misma. Están asociados en la Federación de Organismos o Entidades de Radio y Televisión Autonómicos (FORTA) y surgieron a partir de la Ley del Tercer Canal, impulsada por el Gobierno de Felipe González. Ésta tenía como objetivo, en un principio, la creación de un tercer canal de Televisión Española con desconexiones para cada Comunidad, pero los Gobiernos autonómicos lograron adelantarse y romper así el monopolio que ostentaba TVE. La primera televisión autonómica en emitir fue la catalana TV3, que lo hizo en 1983.

## Los satélites

La Unión Soviética, que fue el primer país que lanzó un satélite artificial, decidió en 1965 utilizar satélites de órbita elíptica (no geoestacionarios) para sus telecomunicaciones, entre ellas la televisión. El sistema se denominó Molnya y todavía no se ha imitado en ninguna parte del mundo.

Primer vídeo doméstico del mundo: el N1500 de Philips



Equipo de televisión de consola fabricado por Philips. Las primeras pruebas de televisión se iniciaron en 1951, pero es en 1956 cuando se inaugura oficialmente el servicio de televisión

Estación terrenal de seguimiento de satélites de Más Palomas en las Islas Canarias, que fue inaugurada en 1967. Esta estación proporcionó circuitos intercontinentales a la NASA para el proyecto Apolo, a través del cual el hombre llega a la Luna en el año 1969



La utilización de satélites geoestacionarios se realiza en todas las partes del mundo al permitir a éstos la utilización de estaciones terrenas, cuya orientación permanece fija. El primer satélite utilizado en pruebas para las transmisiones de televisión fue HS 303 o Early Bird, fabricado por la Hughes Aircraft Co., que fue lanzado el 6 de abril de 1965 y entró en operación comercial a finales de junio del mismo año. A este satélite le han seguido otros muchos del sistema INTELSAT y de otros sistemas, como los de la NASA, que también se han utilizado para televisión. Este es el caso del ATS III, que se utilizó para los Juegos Olímpicos de México, y de otro ATS, que se utilizó por Televisión Española para transmitir la final de la Copa Davis de tenis desde Australia en 1967.

Televisión Española ha aprovechado plenamente las posibilidades de los satélites sin los cuales no hubiera sido posible incorporar las Islas Canarias a la programación nacional de televisión, ni enviar diariamente esta programación a distintas partes del mundo.

Por otra parte, los satélites han permitido el lanzamiento en España de dos programas (aunque ahora es uno solo) de televisión digital mediante abono.

## Nuevas tecnologías

Las técnicas digitales utilizadas desde hace muchos años en la producción de televisión han llegado ya al campo de la transmisión y en Europa, Estados Unidos y otros países se han iniciado con distintos sistemas las transmisiones digitales de televisión.

Otra nueva tecnología que no termina de arrancar es la televisión de alta definición (TVAD). En Europa se sigue con interés la evolución de la TVAD en Estados Unidos, donde hay emisiones digitales de alta definición, y que, aunque al principio no despertaron el interés que se esperaba, en la actualidad está aumentando espectacularmente la venta de televisores de alta definición cuyo precio ha disminuido drásticamente. En Europa, aunque a mediados de los años 1990 los radiodifusores decidieron no hacer planes para iniciar un servicio de televisión de alta definición, parece que ahora la situación ha cambiado en vista de lo que ocurre en EE.UU. y de la aparición de nuevas pantallas planas, que, aunque todavía muy caras, permiten ver los discos DVD con excelente calidad.

Con distintos planteamientos, en Estados Unidos y en Europa se ha estudiado durante varios años la tecnología de la radiodifusión de la televisión digital y se han aprobado unas normas técnicas para su implantación.

Sorprendentemente, un país como Japón, que siempre ha estado en la vanguardia de las nuevas tecnologías, sobre todo de la electrónica y de las telecomunicaciones, no se interesó por la radiodifusión de la televisión digital en sus orígenes. La razón puede ser que en Japón existe un servicio de televisión de alta definición denominado Hi-vision con una programación de

ocho horas diarias que utiliza el sistema MUSE, basado en técnicas analógicas. El interés por una tecnología digital para la televisión de alta definición, más moderna y que en teoría ofrece más posibilidades que el MUSE, podría haber perjudicado a los agentes implicados en el servicio, tales como los radiodifusores, los fabricantes y los distribuidores de receptores de televisión. Según parece, últimamente ya se ha despertado interés en Japón por la televisión digital y por sus aplicaciones para la alta definición.

Hay innumerables servicios de valor añadido que se pueden dar a través de la televisión digital, como pueden ser las guías electrónicas de programas (EPG), el vídeo a petición, el pago por visionado, el teletexto avanzado, el banco en casa, o la tienda en casa, entre otras.

La radiodifusión de televisión digital ofrece más interés que la radiodifusión sonora digital. Entre sus ventajas, en relación con la radiodifusión de televisión analógica, pueden citarse las siguientes:

- Transmisión de alta calidad con menor distorsión, lo que significa mejor calidad de imagen y sonido.
- Mayor número de canales para una anchura de banda determinada, gracias a la compresión, con la consiguiente economía del espectro.
- Posibilidad de intercambio entre calidad de la señal y número de programas.
- Formato único de las señales para radiodifusión, otros modos de telecomunicación y ordenadores.
- Flexibilidad para crear nuevos servicios de radiodifusión, en los cuales intervenga la interactividad.
- Pantalla de formato ancho, TVAD y sonido con múltiples canales.
- Costes más bajos de transmisión por programa.

El DVB (Digital Video Broadcasting) o radiodifusión digital de vídeo es el proyecto europeo para desarrollar unas normas de radiodifusión de televisión digital, en el que han participado, entre otros, Administraciones de telecomunicación, radiodifusores, y fabricantes de Europa y de otros países. El DVB se ha gestado como sigue:

- En 1991 se crea el Grupo Europeo de Lanzamiento (ELG).
- En 1993 con la firma del Protocolo de Acuerdo por los participantes del ELG, este pasó a ser el DVB (Radiodifusión de Vídeo Digital)
- En 1994 se aprueba la primera norma DVB, la DVB-S

Los fundamentos del sistema DVB son los siguientes:

- Codificación MPEG 2 para vídeo y audio
- Flujo de transporte del multiplex MPEG 2
- Corrección de errores RS (Reed-Solomon)
- Métodos de modulación y codificación de canal y sistema adicional de corrección de errores según el medio de transporte

Estos son los elementos comunes a todas las normas DVB. Entre estos fundamentos del sistema DVB se ha incluido la corrección de errores Reed Solomon. Se trata de un código externo, que aquí no vamos a explicar, que no sólo detecta los errores sino que los corrige.

En EE.UU., conscientes de las deficiencias del sistema NTSC, se intentó mejorar el sistema con algo que se denominó Televisión Avanzada (ATV). Se presentaron 21 propuestas que tenían que ser analizadas por un Comité Asesor (ACATS) creado en 1987. Una importante labor realizada por el Comité Asesor fue seleccionar únicamente las propuestas basadas en técnicas digitales. En 1990, las 21 propuestas se redujeron a 9 y, en 1993, los 4 proponentes que quedaban se unieron y formaron la llamada Gran Alianza con el objetivo de retener lo mejor de las 4 propuestas para proponer un sistema. En 1995 el Comité Asesor recomendó la adopción del sistema de la Gran Alianza y en abril de 1997, se adoptó oficialmente la norma para la televisión terrenal, denominada ATSC, que en esencia consiste en lo siguiente:

- Exploración progresiva con 720 líneas activas y 1280 pixels por línea a 59,94 y 60 campos/s y exploración entrelazada con 1080 líneas activas y 1920 pixels por línea a 59,94 y 60 campos/s que también podrán operar en exploración progresiva a 30 y 24 tramas/s
- Compresión de vídeo y transporte compatibles con MPEG 2



Los nuevos televisores presentan una serie de características que permiten tener una mejor calidad de imagen y sonido, entre otras cosas y a los que habitualmente van unidos otros aparatos como el vídeo o el DVD. En la fotografía aparece un conjunto de Philips

- Para audio, el sistema Dolby AC-3
- Sistema de modulación: 8 VSB

La norma europea DVB-T para televisión terrestre que utiliza el sistema de modulación COFDM de portadoras múltiples puede compararse con la norma ATSC de Estados Unidos aplicable a la televisión terrenal. Aunque los dos sistemas utilizan MPEG-2, son diferentes en los siguientes aspectos:

- La norma ATSC utiliza la tecnología de modulación 8-VSB de portadora única, mientras que la norma DVB-T utiliza el sistema COFDM de portadoras múltiples.
- La recepción móvil es imposible utilizando el sistema 8-VSB, y la recepción con antenas interiores incorporadas es bastante problemática.
- La norma DVB-T se comporta bien en estos dos casos y la transmisión de TVAD la hace tan bien como la norma de Estados Unidos.
- El sistema de sonido ambiental utilizado por ATSC es el sistema patentado Dolby AC3, que no ofrece ventajas sobre el sistema de audio MPEG Capa II del DVB, pero éste tiene la ventaja sobre el primero de ser una norma abierta.
- El sistema ATSC utiliza también un sistema peculiar de Información de Servicio haciendo que la interoperatividad entre ATSC y DVB-T no sea factible lo mismo que ocurre con la interoperatividad entre ATSC y las normas de cable y satélite de los Estados Unidos.

En los Estados Unidos, un elemento crucial es el sistema de modulación, y un sector importante proponía que fuese igual que el adoptado por el DVB, es decir el llamado OCFDM, o sea, Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal Codificado. Este sistema permite utilizar 1.705 portadoras (modo normalmente conocido como 2k) o bien 6.817 portadoras (modo normalmente conocido como 8k). El modo 2k es adecuado para operación con transmisores independientes o en redes de frecuencia única, relativamente pequeñas. El modo 8k puede utilizarse para operación con transmisores independientes o en redes extensas de frecuencia única. Es interesante señalar que el sistema 8k es compatible con el 2k.

En cuanto a la actitud de los telespectadores es muy semejante en todos los países y puede resumirse en dos aspectos fundamentales:

- No les interesa el medio por el que las señales llegan a su televisor: analógico o digital; terrenal o espacial (a través de satélite); cable coaxial o fibra óptica.
- En general, tampoco les preocupa la calidad técnica.

## Disposiciones legales

El Real Decreto de 24 de enero de 1908 encuadraba a la televisión entre los monopolios del Estado, ya que en su artículo 1.º consideraba monopolio «el establecimiento y explotación de todos los sistemas y aparatos aplicables a la llamada telegrafía hertziana, telegrafía etérica, radiotelegrafía y demás procedimientos similares ya inventados o que puedan inventarse en el porvenir».

Muchos años después, el 22 de noviembre de 1935, se aprobó por Decreto el Reglamento del Servicio Nacional de Radiodifusión dictado en cumplimiento de la Ley de Radiodifusión de 26 de junio de 1934 que en su artículo 1.º establecía:

«Se considerarán comprendidos entre los Servicios de Radiocomunicación del Estado el establecimiento y explotación de los de Radiodifusión de sonido e imágenes, ya en uso o que puedan inventarse en el porvenir».

Después de pasar por varias dependencias, la radiodifusión sonora y de televisión quedó encuadrada en el Ministerio de Información y Turismo, creado en julio de 1951. En el Decreto Orgánico, de 15 de febrero de 1952, al describir las funciones encomendadas a la Dirección General de Radiodifusión se dice, entre otras cosas, «y proponer la organización más adecuada de la televisión y demás progresos técnicos que se consigan».

Cuando la televisión estaba todavía en período de pruebas y seguía siendo una dependencia de Radio Nacional, dentro de la Subsecretaría de Educación Popular, en 1954 se creó la Junta Administrativa de Programas de Radio Nacional de España. El esquema directivo del Servicio de Televisión fue completado en 1955 con la creación de la Jefatura de Programas de Televisión. Para

desgajar de Radio Nacional toda actividad relacionada con la televisión se creó en 1956 otro órgano colegiado denominado Junta Administrativa y Rectora de Programas y de Televisión haciendo desaparecer a la anterior Junta creada en 1954. El proceso continuó más adelante con la Orden Ministerial, de 22 de abril de 1957, que creaba el Patronato de Televisión con las funciones de examinar y aprobar, en su caso, los presupuestos y cuentas trimestrales, así como cualquier modificación de los presupuestos que propusiera el Director General de Radiodifusión y Televisión. Se creó también una Comisión Administrativa del Patronato que con el tiempo fue acaparando funciones y resolviendo, en sus reuniones semanales, cuantos problemas se iban presentando.

La televisión al cabo de los años ha pasado por varios Departamentos y tanto la Jefatura del Estado como la Presidencia del Gobierno y los Ministerios de Industria, Turismo y Comercio, de Ciencia y Tecnología y de Fomento que han dictado Leyes, Reales Decretos, Órdenes y Resoluciones sobre la televisión entre las que cabe destacar la Ley 11/1998 General de Telecomunicaciones de 24 de abril en la que se incorporan los criterios establecidos en las disposiciones comunitarias promoviendo la plena competencia, y el Real Decreto 2169/1998 de 9 de octubre por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre. Recientemente se ha publicado la Ley 10/2005, de 14 de junio, de Medidas Urgentes para el Impulso de la Televisión Digital Terrestre, de Liberalización de la Televisión por Cable y de Fomento del Pluralismo y una serie de normativa asociada a la prestación del servicio de televisión digital terrestre (TDT). Este servicio de TDT formalizó su emisión el 12 de diciembre de 2005, estando previsto el «apagón analógico» para abril de 2010.

Por último, en su reunión del 29 de julio de 2005 el Consejo de Ministros acordó que Canal+ (Sogecable), que operaba como televisión de pago, lo hiciera de ahora en adelante como televisión en abierto de forma similar a Antena 3 y Telecinco. Este canal se ha denominado Cuatro. Además el Consejo de Ministros aprobó también sacar a concurso un nuevo canal analógico de televisión, La Sexta, y también aprobó las condiciones para la utilización de los canales de televisión digital y la distribución de los 21 canales que integran la plataforma inicial.

## Organismos internacionales

En primer lugar hay que citar a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), institución especializada en materia de telecomunicaciones de las Naciones Unidas, que tiene las misiones de:

- Mantener y ampliar la cooperación internacional para el mejoramiento y el empleo racional de toda clase de telecomunicaciones,
- Favorecer el desarrollo de los medios técnicos y su más eficaz explotación, y
- Armonizar los esfuerzos de las naciones para la consecución de estos fines comunes.

La sede de la UIT está en Ginebra y sus idiomas de trabajo son el francés, el inglés y el español.

Para la radiodifusión sonora y de televisión tienen un interés especial las Conferencias de Radiocomunicación, la primera de las cuales se celebró en Berlín en 1903, muy poco después de la aparición de las radiocomunicaciones. En Berlín se hizo una primera distribución de frecuencias entre los distintos servicios. Después se celebraron conferencias en Londres (1912), Washington (1927) y en Madrid (1932) donde se aprobó una lista de frecuencias preparada por la Unión Telegráfica Internacional. En lo que respecta a la radiodifusión hay que mencionar el Plan de Copenhague, que asignó frecuencias del espectro de ondas largas y medias, y las Conferencias Europeas de Radiodifusión para ondas métricas, que se reunieron en Estocolmo en 1952 y 1961 con el fin de distribuir frecuencias para las emisoras de televisión y las de frecuencia modulada de radiodifusión sonora. En la Conferencia de 1961 se acordó la siguiente distribución:

Banda I para televisión:	41- 68 Mc/s
Banda II para radiodifusión sonora:	87,5-100 Mc/s
Banda III para televisión:	174-223 Mc/s
Banda IV para televisión UHF	470-582 Mc/s
Banda V para televisión UHF	582-960 Mc/s

Las recomendaciones de la UIT y las asignaciones de frecuencias de las Conferencias daban el necesario soporte técnico a los organismos de radiodifusión. Sin embargo, éstos necesitaban

un marco para coordinar todo tipo de actividades inherentes a su función. Con este fin se creó en 1925 la UIR (Unión Internacional de Radiodifusión) precursora de la UER (Unión Europea de Radiodifusión), que en 1950 creó 21 organismos europeos, como órganos especializados para el estudio y resolución de cuantos problemas de orden jurídico, artístico y técnico plantea la explotación de programas.

La UIR había desaparecido prácticamente al crearse la OIR que más adelante se llamó OIRT (Organización Internacional de Radiodifusión y Televisión) que pretendía reunir a todos los organismos del área comunista y que ha dejado de existir en 1992. Posteriormente han surgido otras Organizaciones o Uniones que representan a los organismos de distintas áreas del mundo como la URTNA (África), ABU (Asia y Pacífico), CBU (Caribe), NANBA (Norteamérica), sin olvidar la OTI (Organización de la Televisión Iberoamericana) a la que, además de los ibero-americanos, pertenecen los organismos de Portugal y España (que promocionó su fundación). Antes de la OTI existía la Asociación Interamericana de Radiodifusión (AIR) que se fundó en 1946.

La UER creó una estructura llamada Eurovisión para facilitar el intercambio de programas, que llegó a contar con una red permanente de enlaces de microondas. La OIRT intentó hacer algo similar con la Intervision.

Televisión Española se interesó desde el principio en los intercambios internacionales de programas de televisión y concretamente en la Eurovisión. No es de extrañar que en 1961 se creara un Servicio de Eurovisión que fue desarrollándose con la creciente participación de TVE en los intercambios.

También había un gran interés en Europa por lo que ocurría en España. Buena prueba de ello fue la transmisión de la visita a España del Presidente Eisenhower de EE.UU., con anterioridad al ingreso de TVE en la Eurovisión en 1960. La transmisión tuvo lugar en diciembre de 1959 antes de que, con la estación de enlace de Sant Grau en la provincia de Gerona, se uniera la red española con la de Eurovisión. En esta transmisión histórica colaboraron los organismos de televisión de Italia (RAI) y Francia (RTF). Las imágenes del acontecimiento originadas en Madrid llegaban a Barcelona donde se grababan mediante un kinescopio cedido por la RAI, es decir, una cámara cinematográfica situada frente a la pantalla de un monitor de imagen. La película revelada rápidamente fue enviada en avioneta especial al Centro Regional de la RTF, en Marsella, desde donde, la misma noche, se transmitió a la red de Eurovisión.

El 18 de mayo de 1960 se transmitió la final de la Copa de Europa de fútbol entre el Real Madrid y el equipo alemán Eintracht en Glasgow, que fue el primer programa recibido en España, originado fuera de sus fronteras. La incorporación definitiva de Televisión Española en los programas internacionales se produjo el 15 de diciembre de 1960, día en que se transmitió la boda del Rey Balduino de Bélgica con Fabiola de Mora y Aragón con una duración de más de 200 minutos, acontecimiento que fue seguido con gran interés en España.

La proliferación de satélites y de estaciones terrenas ha facilitado el intercambio de programas entre las distintas Uniones y no se trata sólo de programas especiales como los de Mundovisión. Hay programas de interés general, como los Juegos Olímpicos, que se difunden en todas las Uniones. Por ello, no es de extrañar que las Uniones de Radiodifusión, teniendo tantos intereses comunes, se hayan reunido periódicamente al más alto nivel (Asambleas Plenarias Inter-Uniones) o a nivel de Comisiones (Jurídica, Técnica y de Programas) para tratar asuntos de interés general para todas las Uniones.

## Bibliografía

- Ezcurra Carrillo, Luis (1970). «*Apuntes de las lecciones*» impartidas por Luis Ezcurra Carrillo en la Escuela Oficial de Radio y Televisión sobre Historia y Estructura de la Radio y la Televisión.
- Laven, P. (Julio 2003). «*HDTV revisited...*». *EBU Technical Review*. Editorial
- Dr. Flaherty, J.A. (2 de diciembre de 2004). *High Definition is Alive, Well & Living in the USA*. Presented at HIGH DEFINITION The vision for Europe, in London. CBS Technology.
- Ayala Carcedo, Francisco (Director) (2001). *Historia de la Tecnología en España*. VALATENEA, capítulo 49 (Tomo II).



La central electrónica para comunicaciones de datos TESYS se utilizó en las redes RSAN y X-25



# La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de transmisión de datos en España

Luis Arroyo Galán

## Cuando se encuentran los ordenadores y las comunicaciones

La transmisión de datos surge en la década de 1960, cuando por aquel entonces la red telefónica únicamente vehiculaba señales de voz; treinta y tres años después, la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, CMT, afirmó que:

«El servicio de transmisión de datos consiste en el transporte de información entre puntos distantes, información distinta de voz y vídeo».

Al principio, para definir estos nuevos sistemas se empleó el término *teleproceso* (*telegestión* para los franceses) y posteriormente el de *transmisión de datos*. Con la utilización del *modem* se conseguiría que los mundos analógico y digital comenzaran a entenderse en nuestro país, siendo las instituciones financieras las que iniciaron esta andadura. Desde su origen, la evolución tecnológica ha sido tan importante que el concepto de transmisión de datos se ha quedado pequeño para abarcar tantas posibilidades como las que ahora se ofrecen; a pesar de todo este avance, en los informes anuales de la CMT se la sigue cuantificando. Durante la década de 1970 se auguró que los ingresos por transmisión de datos acabarían superando a los provenientes de la voz, y cuando esto finalmente se ha producido, ya casi no se habla de transmisión de datos.

El avance conseguido por la tecnología durante aquella época fue realmente espectacular. Los protocolos sentaron las bases para que las redes, tanto locales como de área extendida, pudieran llegar a ser lo que son hoy. Un poco después, en el decenio de los ochenta, cabe reseñar la aparición de *Frame Relay* (FR), que, sin control de errores ni de flujo, permitiría incrementar las velocidades de transmisión ofrecidas por su antecesor, X.25; en esta época también habría que hacer mención a la arquitectura OSI de la ISO, que no alcanzaría el éxito que de ella se esperaba, pues, según algunos autores: nació a destiempo, sin la tecnología adecuada, se realizó una mala implantación y surgió en un entorno político poco favorable. La década siguiente vuelve a ser un periodo de progreso pues a ella pertenecen el ATM (modo de transmisión

El servicio público de transmisión de datos se inició mediante la instalación de un equipo de conmutación y retransmisión de datos Univac 418-111 en la calle Velázquez, en Madrid como único centro director de una red especializada para la transmisión de datos por conmutación de paquetes





# La Multipropiedad Time Sharing

asíncrono o Asynchronous Transfer Mode), Internet y la telefonía móvil; las redes se potencian y multiplican, y sus usuarios empiezan a contabilizarse por cientos de millones, y posteriormente por miles de millones. La primera década del tercer milenio podría implicar un auténtico cambio de paradigma si, como se nos dice, la NGN (Next Generation

Network o red de nueva generación) deja de ser tema de estudio y propaganda y se convierte en realidad. A cada una de las cuatro décadas que acabamos de mencionar, el que esto escribe las bautizaría como *teleinformática*, *telemática*, *movilmática* e *internética*.

La irrupción de la tecnología digital en los hogares ha supuesto un vuelco en el mercado, principalmente en el sector multimedia. La NGN, que, según sus diseñadores, va a permitir la integración de terminales, redes y servicios, supondría un cambio drástico en las reglas de juego de la telecomunicación; tarde o temprano, el contenido podría acabar siendo el rey, aunque algunos sigan opinando lo contrario.

Esta síntesis histórica se quedaría incompleta sin hacer referencia a dos tipos de servicios, *Time-sharing* y *Remote Computing*, pioneros en aplicaciones a distancia y personalizadas para el usuario final. En España no tuvimos *Time-Sharing*, mientras que el *Remote Computing* fue comercializado por la absorbida, rebautizada, desaparecida y luego resucitada, ENTEL, mediante la prestación del servicio INFONET, perteneciente a la consultora norteamericana CSC (Computer Sciences Corporation).

## Ellos fueron los primeros

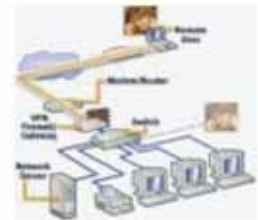
El interés por la transmisión de datos arranca en Europa, y por consiguiente en España, con la convocatoria de la Comisión Especial A del CCITT, recién creada para estudiar el tema, y a la que acuden representantes de nuestro país. Este encuentro tiene lugar en octubre de 1961.

Las fuerzas armadas siempre han necesitado unos buenos apoyos logísticos, y los escuadrones de la USAF (United States Air Force), instalados en la base de Rota, no iban a ser una excepción. A principios de la década de 1960, el mando norteamericano solicitó a la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) cuatro circuitos entre Rota y Washington para transmitir información a 2.400/4.800 bps. Ante tan inusitada petición, se movilizaron las fuerzas vivas del ente telefónico para decidir a quien responsabilizar del tema, y al final el budio cayó en el grupo que se ocupaba de *Telegrafía y señalización telefónica*.

Ante las perspectivas que se abrían al *teleproceso*, y la importancia que en su desarrollo iba a tener el comportamiento de los circuitos telefónicos, cuya calidad era puesta en duda por IBM, esta última envió una carta a la Dirección de la CTNE, solicitando realizar unas pruebas de *transmisión de impulsos* con sus equipos modelo 1001. Como las pruebas de líneas no estaban muy automatizadas, los errores tenían que detectarse a ojo a través de una luz testigo, y había que ir anotando en un formulario especial los parpadeos delatores de fallos. Todos estos datos se enviaban a París, y desde allí los servicios de IBM remitían el resultado de los test. Las líneas analizadas fueron dos circuitos punto a punto: uno Madrid-Barcelona y el otro Madrid-Palma de Mallorca. Parece que el resultado de estas pruebas fue favorable y que el único problema detectado consistió en un nivel de ruido en la red urbana por encima de lo tolerable. Se pensó que esto podría estar relacionado con la transmisión telegráfica que entonces se situaba en  $\pm 80$  V; se decidió bajar a  $\pm 60$  V, quedando la interferencia dentro de límites aceptables. El éxito de estas pruebas no solamente fue un triunfo para el prestigio de la CTNE en Europa, sino que constituiría un buen acicate para continuar por ese camino.

Como las administraciones telefónicas eran muy conservadoras, los responsables de la CTNE no veían con buenos ojos la intrusión en su red de equipos extraños, tales como los módems

*Time-sharing*. Técnica de empleo de los ordenadores, cuando estas máquinas eran muy costosas y solamente las grandes empresas podían disponer de ellas. El «tiempo compartido» ofrecía al usuario la ventaja de pagar exclusivamente por el uso que hacía del sistema, cuyo coste era compartido por todos los usuarios; una especie de multipropiedad virtual. Empresas de tecnología, universidades y centros de investigación hicieron un uso intensivo de esta técnica durante los años sesenta y setenta



*Remote Computing*. Con un enfoque similar al *time-sharing*, pero permitiendo la ejecución a distancia de todo tipo de aplicaciones. Durante los años setenta proliferaron este tipo de servicios que satisfacían las necesidades de usuarios dispuestos a pagar solamente por el uso que hicieran de las máquinas. Uno de los servicios más importantes a nivel mundial lo fue INFONET, comercializado en España por ENTEL

y a pesar de que llovían peticiones de homologación, no se concedían. Muy a regañadientes se realizaron las primeras (Racal Milgo, Thompson, e ITT, entre otros), y enseguida Standard solicitaría autorización para la producción nacional de módems, que se le concede. Luego aparecería Sitre, más tarde Secoinsa y posteriormente Satelsa. Todas estas empresas fabricaban módems por encargo de la CTNE, que los comercializaba como propios. Cuando Telefónica concedía las homologaciones, en el contrato de concesión figuraba una cláusula que reservaba a la Compañía el derecho a instalar equipos propios, cuando dispusiera de ellos. Este derecho se ejerció en 1975, al recibir los usuarios de transmisión de datos una circular con las normas a seguir para la sustitución de los equipos de terceros por el material de la CTNE.

## La Red Especial de Transmisión de Datos (RETD)

Hacia 1968, la CTNE parecía tener muy claro tanto el papel que iban a desempeñar los ordenadores en la sociedad, como la necesidad de disponer de los adecuados soportes de comunicaciones para que los datos pudieran ser transportados a cualquier lugar. La única nube que ennegrecía el panorama era que la CTNE sólo tenía concedido el monopolio del servicio de telefonía fija, por lo que, al menos en teoría, cualquier multinacional podía hacerse con la autorización gubernamental para prestar servicios de transmisión de datos. Del proyecto trazado para conseguir esta concesión, lograda con el Decreto 3585/1970, nace un largo camino que se inicia con la RETD (Red Especial de Transmisión de Datos) y culmina con IBERPAC (red pública de conmutación de paquetes) y con los equipos TESYS (los nodos de conmutación de paquetes).

En el mundo de los servicios, las ideas que parecen buenas solamente lo son cuando alguien está dispuesto a utilizarlas pagando por ello, y Banesto decidió hacerlo. El proyecto que presentó esta institución financiera consistía en conectar los terminales instalados en sus oficinas con un ordenador central, para que todas ellas pudieran tener acceso a la información de cualquier cliente de la entidad; se estaba hablando de implantar un sistema de teleproceso bancario.

Para dar respuesta a la petición de Banesto, se evaluaron los precios que podría suponer la utilización de la RETD, encontrándose una reducción considerable en relación a la solución con circuitos punto a punto, pues la factura anual no sobrepasaría los sesenta millones de pesetas. Ante tan atractivas expectativas, Banesto dio su visto bueno, y la CTNE se comprometió a desarrollar, en primer lugar, los protocolos de conexión de los terminales NCR270 que este banco pensaba utilizar.

En el otoño de 1969 las casas constructoras que operaban en España recibieron, por parte de la CTNE, una petición de oferta tan inusual, que solamente tres fueron capaces de responder; junto a ellas se presentaron también ITT y Siemens. Pocas empresas disponían entonces del hardware necesario para soportar un sistema de conmutación de paquetes. IBM presentó un 360/40 modificado, Bull-GE el Datanet 500, y Univac sus equipos 418 III. Aunque de los estudios realizados salía como netamente superior el 418 de Univac, por razones estratégicas se decidió complementar este material con equipos de Bull-GE en Bilbao y de IBM en Barcelona, pues los usuarios de ordenadores de cada una de estas zonas eran mayoritariamente atendidos por el respectivo fabricante.

Acto de inauguración de la RETD.  
El Presidente de CTNE, Antonio Barrera de Irímo, presenta al ministro de la Gobernación, Tomás Garicano Goñi, el funcionamiento del primer nodo de la RETD.  
Corría el año 1972, y en aquella ocasión el ministro comentó: «Yo no sé muy bien qué es esto, pero si es para bien de los españoles, ¡queda inaugurado!»



En las primeras especificaciones de la RETD se contemplaron tres tipos de servicios: tiempo real, conmutación de mensajes y transmisiones masivas. Con el primero de ellos se atendía al colectivo de las aplicaciones transaccionales; el segundo era una miniversión anticipada del correo electrónico, que se ofrecería luego con el nombre de SPCM (Servicio Público de Conmutación de Mensajes); y el último no llegaría a implantarse hasta mucho más tarde.

## La División de (Tele)Informática

En el Decreto 3585/1970 de reorganización de los Servicios de Telecomunicación se había encomendado a la CTNE «el desarrollo y explotación del servicio público de transmisión de datos, y los generales y especiales de transmisión de información, exceptuándose los de mensajes telegráficos incluido el telex». A partir de este punto y con la RETD en marcha, se abrieron grandes expectativas que anticipaban altas cuotas de ingresos en materia de transmisión de datos. Pero la realidad no parecía querer adaptarse a aquellas previsiones, y en 1973 sólo se conseguirían seiscientos millones de pesetas por ingresos que no eran de voz. Ante esta precaria situación, el Consejero Delegado de la CTNE, Santiago Foncillas, encargó un estudio a un consultor externo sobre las posibilidades de su Compañía en materia de transmisión de datos y teleinformática. El estudio que le fue entregado partía de unas previsiones sobre los nuevos servicios en las que se afirmaba que para el año 2000 los ingresos por datos se igualarían a los conseguidos por voz; en el segundo capítulo se hacía un análisis de la evolución de estos servicios y el informe terminaba con unas recomendaciones en materia organizativa. Las opciones propuestas en dicho documento eran totalmente pro-verticalistas, llegándose a contemplar incluso la creación de una sociedad independiente; si esta recomendación no se pusiera en marcha se insistía en que todo lo relativo a la prestación de los servicios de transmisión de datos debería integrarse en un *profit center*.

En 1974, la CTNE creó la División encargada de estos servicios, y por error de transcripción no se llamó de Teleinformática, sino que, al perderse el prefijo tele, escrito en otro renglón, se quedó en «Informática»; denominación muy poco afortunada pues más parecía la encargada del proceso de datos de la Compañía, que la unidad responsable de la transmisión de la información entre sus usuarios. Para poner en marcha la nueva unidad organizativa se contrató a Ignacio Vidaurrázaga, a la sazón Director Comercial de Univac, que estaría al frente de ella hasta su disolución, unos diez años más tarde. La División de Informática inició su actividad con tres departamentos: Comercial, Técnico (I + D y Explotación) y Administración, a los que se añadió una organización zonal y las secciones de teleinformática ubicadas en las Direcciones Regionales. Así, se iniciaron las actividades con unas sesenta y cinco personas, efectivos que se fueron incrementando a medida que el mercado se desarrollaba, llegándose a una plantilla máxima de novecientos empleados. En poco tiempo, la facturación se multiplicaría por más de veinte veces, ya que en 1973 los ingresos fueron de seiscientos millones de pesetas, rebasándose los quince mil en 1982.

## Hacia el hardware y software de producción nacional

Desde 1969, año en el que se inició el desarrollo de las primeras especificaciones funcionales de la RETD, las transformaciones que sufrió esta red, su topología y componentes, fueron muy profundas; en esta evolución cabría distinguir tres etapas. En la primera de ellas, tanto el hardware como el software básico eran suministrados por los proveedores; en la segunda se desarrolló un *logical* completamente autóctono, y finalmente se integraron equipos diseñados y fabricados en nuestro país.

### Primera fase de la RETD (1969-1973)

La configuración de la red era muy simple, pues tanto terminales como *host* se conectaban a un único nodo que se ocupaba de todas las funciones. Cuando entraron en funcionamiento



Equipo Tesys-B. En 1978, Telefónica inició el proyecto de construcción de unos conmutadores de paquetes, a los que denominaría equipos TESYS, y que por sus prestaciones los situaban a la cabeza de este tipo de sistemas. A la primera familia TESYS A, le seguirían los TESYS B, calificados por Telefónica en 1990 como nodos de tránsito para la red de paquetes IBERPAC



Ignacio Vidaurrázaga, una de las personas que ha destacado por el desarrollo de la transmisión de datos

Ordenadores Honeywell utilizados en la RETD. Para desplegar el servicio público de transmisión de datos por conmutación de paquetes, la CTNE decidió asignar a cada uno de los fabricantes de ordenadores más importantes que operaban en España, una región en la que éstos tuvieran una posición de relevancia. A la empresa Bull se le asignó el nodo de Bilbao que fue desarrollado con equipos Honeywell, pues ya se había producido la fusión que daría como nacimiento a la compañía Honeywell-Bull

los primeros treinta terminales comprometidos con Banesto, se pudo comprobar que la carga del sistema era muy elevada, y que nunca podría manejar el tráfico que se había previsto al inicio del proyecto. La solución a este problema se consiguió por una doble vía: por una parte se instalaron concentradores, los 716 de Honeywell, y por otra se sustituyeron las UCL (Unidad de Control de Línea) del 418 de Univac por controladores inteligentes.

Durante este período se realizó un importante desarrollo de software, a cargo de un equipo mixto cliente-proveedores, que podría estimarse en unos 130 años/hombre, y del que salió la primera versión operativa de la RETD, con el protocolo RSAN (Red Secundaria de Alto Nivel) para la conexión de los CCA (Centro de Cálculo de Abonado) a los CCR (Centro de Conmutación y Retransmisión). Para valorar este esfuerzo hay que tener en cuenta que por aquel entonces no había estándares de ningún tipo, ni instalaciones en funcionamiento de las que sacar ideas o experiencias. El manejo del CSP tuvo que ser desarrollado por el propio equipo del proyecto, porque Univac no lo soportaba, y ello obligó a programar a nivel de software básico. La experiencia adquirida durante este período sería de una ayuda inestimable para las etapas posteriores.



### Segunda fase (1973-1978)

Con objeto de incrementar el rendimiento del sistema, Univac propuso la sustitución del 418 III por el 1110, y aunque se lograron algunas mejoras, los resultados no fueron tan espectaculares como se habían previsto. Además de este bajo rendimiento, debían utilizarse nodos caros y voluminosos, lo que ponía en peligro el equilibrio económico de la red. Pensando en la forma de reducir al mínimo las servidumbres del 1110, a alguien se le ocurrió la idea de «fabricar» un nodo en base a una configuración de cinco unidades H-716; tres de ellas actuarían de *front-end*, y las dos restantes harían las funciones de CPU (Control Processor Unit). Con este diseño revolucionario, atribuido al ingeniero de sistemas de Bull, entonces en la plantilla de Telefónica, Carlos Martínez Cruz, no sólo se resolvía un grave problema económico y operativo, sino que se estaban sentando las bases para la etapa posterior; casi sin querer se había inventado el *conmutador de tercera generación*.

Aunque el hardware fue suministrado por un fabricante, Univac, hubo que desarrollar una tarjeta para realizar el enlace interno entre procesadores a una velocidad de 250.000 bps y en modo HDLC. Cuatro personas trabajando durante un año y medio pondrían en explotación este minúsculo, pero eficaz, dispositivo. En cuanto al software cabría estimar el esfuerzo en unos 24 años/hombre, cifra no muy elevada si se tiene en cuenta que hubo de confeccionarse no sólo la aplicación, sino también el software básico.

### Tercera fase (de 1978 en adelante)

La División de Informática hubo de plantearse la evolución de su recién estrenado sistema a base de unidades H-716 interconectadas, pues la obsolescencia próxima de estos equipos y la potencia exigida por el tráfico en curso, obligaban a buscar una nueva solución. Las alternativas parecían claras; la máquina de uso general se descartaba pues la experiencia con el Univac-1110 no había dado resultado, y los equipos especializados que había entonces en el mercado (SESA, Telenet, Tymnet, ITT y otros) no acababan de satisfacer los requisitos marcados. Ante este panorama, sólo quedaba la vía del desarrollo propio, que según los estudios realizados



supondría una inversión de unos cuatrocientos millones de pesetas. El reto era importante, los dineros en juego muchos y el riesgo elevado, pero la idea parecía tener sentido, no sólo como solución a los problemas de la RETD, sino por todos los valores añadidos que su puesta en marcha traería consigo. La decisión, o si se quiere la osadía, del tándem Vidaurrázaga-Manjarrés pudo vencer los últimos obstáculos y, superadas las reticencias de la alta dirección, el proyecto se puso en marcha el 2 de mayo de 1978.

A diferencia de lo sucedido nueve años antes, se decidió bautizar adecuadamente al recién nacido, que salió al mundo con el nombre de TESYS 5; la primera parte de este apodo no es difícil de descifrar pues corresponde a las iniciales de Telefónica, Secoinsa Y Sitre, que eran las empresas participantes, y lo de CINCO viene de Centro Informático de Comunicaciones. Telefónica se encargó de desarrollar las especificaciones y tuvo a su cargo la dirección del proyecto; Secoinsa se responsabilizó de la electrónica y finalmente Sitre se ocupó de la electromecánica.

El proyecto, que se inició con el respaldo de la experiencia técnica y de servicio conseguida en la RETD, culminó con la puesta en servicio de los equipos TESYS que, funcionando con un software también de confección hispana, irían sustituyendo a los H-716 para así configurar una red de conmutación de paquetes que, desde entonces, pasó a tener el nombre de Iberpac.

Para el desarrollo del hardware se eligió un micro estándar, el 8086 de Intel, lo que permitió a los TESYS aceptar todo el software de los PC's. Aunque la utilización de estas máquinas se produjo en un entorno de comunicaciones, se trataba de auténticos ordenadores con su consola, impresora, discos, disquetes y toda la panoplia de periféricos convencionales. El software incluía los sistemas de conmutación de paquetes, módulos de gestión de red y ayudas para el desarrollo de programas. El primer prototipo vio la luz en 1979; un año más tarde salió el TESYS 1; en 1982 se puso en funcionamiento el prototipo de TESYS 5, inaugurándose oficialmente su puesta en servicio en 1984.

Tres lustros habían bastado para conseguir transformar una idea, la RETD, en un servicio prestado mediante un hardware y un software de fabricación nacional.

Por múltiples razones, este logro tecnológico sin precedentes en nuestro país, no fue aprovechado ni por la CTNE ni por la industria nacional; fuimos los líderes de la conmutación de paquetes a nivel mundial y no nos dimos cuenta de ello, perdiendo así una oportunidad industrial y económica irrepetible.

## Tiempo compartido y proceso a distancia

Por lo que se refiere al *proceso a distancia*, su implantación en España no siguió la pauta de otros países. Los sistemas operativos de la tercera y cuarta generación ofrecieron a los centros de cálculo ciertas posibilidades de simultanear actividades de *local batch* con trabajos a distancia, en la modalidad RJE (Remote Job Entry), o mediante el empleo de terminales de tipo interactivo. El número de usuarios simultáneos venía condicionado por las prestaciones del software, que, al estar diseñado para un mercado muy amplio, adolecía de los requisitos exigidos por unos servicios tan especializados como los que pretendían ofrecer los centros de cálculo.

En base a los trabajos realizados por GE (General Electric) en colaboración con el Dartmouth College, irrumpe en el mercado lo que empezaría llamándose *time-sharing*, después RCS (Remote Computing Service), y NIS (Network Information Services) en una época más reciente. Estos servicios se caracterizaron siempre por estar fundamentados en un software de base no convencional, lo que cerraba las puertas del mercado a las empresas que no dispusieran de los recursos financieros necesarios para «fabricar» su propio *logical de base*.

A finales de la década de 1960, y gracias a los progresos conseguidos en la transmisión de datos, aparecieron en el mercado las primeras redes mundiales de servicios interactivos en la

Sistema TESYS 5. Las limitaciones impuestas por el empleo de ordenadores de uso general para ejecutar tareas específicas de conmutación de paquetes, llevarían a CTNE a desarrollar un producto específico para la conmutación de paquetes, con hardware y software de diseño hispano y a los que bautizaría como equipos TESYS

modalidad de *time-sharing*. Nombres como GE, CSC, CDC, ADP, y por supuesto IBM, podían verse por todos los rincones del mundo desde los que se accedía a los supercentros de proceso instalados en Estados Unidos. La introducción de estos servicios en Europa alcanzó un alto grado de desarrollo con la excepción de España, que quedó descolgada. En Portugal y Grecia llegaron a funcionar centenares de terminales que trabajaban con esta filosofía, cuando en nuestro país sólo había unas escasas decenas.

La no participación de España en esta tecnología, motivada en gran parte por la decisión de GE, líder mundial en esta tecnología, de no comercializar su servicio MARK II en nuestro país, condicionó enormemente las actividades de las empresas españolas que intentaron actuar en este mercado en la década siguiente. Cuando aparecieron los miniordenadores, los servicios tipo RCS ya estaban muy introducidos por lo que tenían su propio nicho de mercado, que los minis y micros no erosionaron en exceso. En España las cosas rodaron de distinta manera, dado que RCS y minis trataron de penetrar al mismo tiempo en idénticos mercados.

## Aplicaciones

España ha venido representando un importante papel en el desarrollo de aplicaciones de transmisión de datos; por esta y otras razones, se van a exponer a continuación algunas de las más antiguas.

### La reserva de plazas

En 1963 se iniciaron los estudios para establecer un sistema automático de reserva de plazas y venta de billetes de ferrocarril, que entraría en funcionamiento el 8 de julio de 1968, con el inicio de la explotación en tiempo real de dos ordenadores Siemens 3003. El diseño del sistema se inició cuando todavía no se habían anunciado los ordenadores de la tercera generación, y en un momento en el que ninguna empresa española tenía experiencia en las técnicas de *teleproceso*. La bibliografía sobre el tema también era escasa, y no será hasta después de 1967 cuando empezarán a llegar a nuestro país los primeros libros, que no manuales de los fabricantes, sobre la problemática del diseño, programación y explotación de los sistemas en tiempo real. A nadie se le escapa las dificultades de todo tipo que hubieron de vencerse para poner en marcha un sistema de teleproceso, en una época en la que, ni el hardware disponible ni el software que lo acompañaba habían sido diseñados para soportar un funcionamiento en condiciones tan críticas como las que imponían los terminales de ventanilla conectados al ordenador central. La decisión en favor de Siemens estuvo basada en un profundo estudio de las ofertas presentadas. Una misión de RENFE realizó un viaje por Europa, donde tuvo ocasión de ver en funcionamiento los 3003, así como un sistema de teleproceso basado en estos equipos y desarrollado por el fabricante alemán para las acerías DSB. El sistema de RENFE fue auténticamente pionero tanto en España como en Europa, situando a nuestro país en una posición de vanguardia, que cuatro años después quedaría consolidada con la entrada en servicio de la RETD.

A principios de los años setenta los españoles teníamos ya la oportunidad de dialogar con ordenadores a través del empleo de la ventanilla en cuestión y de su terminal; estaciones, agencias de viaje, sucursales bancarias y aeropuertos eran los lugares típicos donde uno podía disfrutar de las ventajas de los sistemas en tiempo real. El de Iberia, llamado Resiber, entraría en funcionamiento en 1969, con un sistema dúplex instalado en Madrid a base de dos ordenadores Univac 494, al que se enlazaban los terminales de la agencia valenciana de Iberia, la primera en conectarse.

La reserva de plazas de RENFE. Cuatro décadas han transcurrido desde que RENFE lanzara su primera versión de reserva de plazas en *on-line* basada en equipos Siemens, y que en los años de su puesta en marcha era ya un sistema pionero. Ahora, con la conexión a través de Internet, el número de usuarios se ha multiplicado así como las prestaciones del servicio





Si el teleproceso de RENFE estaba soportado por comunicaciones a baja velocidad, en el caso de Resiber se partió de transmisiones a 1.200 bps, que luego se irían elevando hasta los 9.600. La complejidad de la reserva de plazas en líneas aéreas, el ámbito geográfico totalmente internacional, la apertura a agentes de otras compañías y algunos factores más, harían que las condiciones de funcionamiento fueran muy críticas. La importancia de la red, incluso su propio concepto, sería rápidamente

Reserva de plazas de Iberia. Mucho más que una simple venta de billetes, pues dentro de poco hasta se podrán imprimir en casa los billetes que se adquirieran a través de Internet. Tarifas reducidas, combinación de servicios (hotel, desplazamiento alquiler de coches) configuran unos sistemas que van mucho más allá de la pura venta de plazas

captada por los responsables de la informática en Iberia, creándose un grupo especial, el Departamento de Ingeniería, dentro de su División de Proceso de Datos. El hecho de que esta unidad se creara antes de que en Telefónica tuviera personalidad propia la transmisión de datos, daría lugar a frecuentes contactos entre una y otra empresa para tratar de integrar Resiber en la RETD. Una de las características diferenciales del sistema de Iberia fue su CCC (Centro de Control de Comunicaciones), diseñado para cumplir las siguientes tareas: control de las redes de baja y media velocidad; contactos directos con las compañías de telecomunicaciones; conmutación de módems; utilización de las redes de emergencia; control de los enlaces de las telecomunicaciones de servicio; control de las telecomunicaciones convencionales; control no lógico sobre concentradores y terminales y apoyo a los mantenimientos remotos. Estos centros de control, de los que el instalado por Iberia fue el auténtico precursor, cobraron gran relevancia cuando las grandes empresas pusieron en funcionamiento redes de amplia cobertura.

El sistema de reserva de plazas de nuestras líneas aéreas ha estado desde sus comienzos a la altura de los estándares internacionales, tanto en prestaciones como tecnologías, no sólo por la dedicación y el esfuerzo de su personal, sino también por el hecho de pertenecer a una organización como la IATA, a la que se ha llegado a bautizar como la ONU de las líneas aéreas.

## El hogar digital

A principios de los años setenta, Sir James Redmond, Director de Ingeniería de la BBC, estaba trabajando en un sistema que permitiera a los sordos ver subtítulos en ciertas pantallas dotadas de un transcodificador, al mismo tiempo que el resto de los televidentes no percibieran nada especial en sus televisores. A partir de estos estudios se desarrollaron en Inglaterra los primeros sistemas de teletext, bautizados con el nombre CEEFAX (de *see facts*) y ORACLE (Optional Reception of Announcements by Coded Line Electronics), y que fueron puestos en servicio a mediados de 1972 por la BBC y la IBA (Independent Broadcasting Authority), respectivamente. Nació así la historia de los servicios teletext que en nuestro país corren a cargo de las cadenas de televisión.

La aventura del videotex comienza cuando un año antes de incorporarse al BPO (British Post Office), un ingeniero inglés, Sam Fedida, que se hallaba trabajando en un centro de cálculo dedicado a mantener un registro de plazas hoteleras en Europa. Desempeñando aquel cargo se dio cuenta de que el ochenta por ciento de los costes del sistema se consumían en el tecleo de las consultas de los clientes. Basándose en estas observaciones, Fedida llegó a la conclusión de que los costes de la operación se podrían reducir drásticamente si se ofreciera a los usuarios un método barato, fácil y cómodo de interrogación directa al ordenador. Cuando Fedida ingresó en el BPO siguió pensando en su vieja idea, hasta que consiguió la colaboración de un pequeño equipo de trabajo, con el que desarrolló un prototipo de *viewdata*, que en 1974 fue presentado al Presidente del Post Office. En el *viewdata* (*videotex* a nivel internacional) se unen teléfono y ordenador, para convertir el televisor en un terminal inteligente, a través del cual el usuario puede interactuar con un sistema central.

Aunque los ingleses se hicieran merecedores del honorífico título de pioneros del teletext y videotex, en muchos otros países se estaban realizando experiencias similares, y el lanzamiento del servicio Prestel significaría para muchos de ellos la señal de salida; había llegado el momento de pasar del laboratorio a los hogares. Tampoco en este terreno España se quedó rezagada, pues de la mano de Fundesco llegarían a nuestro país en 1979 los especialistas en view-data del BPO. Un año más tarde, se puso en marcha un proyecto conjunto Fundesco-Telefónica-Entel que dio como resultado la puesta en marcha del sistema videotex español, cuya presentación en sociedad coincidiría con los Mundiales de Fútbol de 1982. En mayo de ese mismo año se constituye la Asociación Española de Proveedores de Servicios Videotex (APV), lo que supondría un cierto impulso a la oferta de información.

### Automatización de oficinas

No deja de ser todo un símbolo que en las acciones específicas del subsector de informática que se definieron en el PEIN, la primera de ellas estuviera dedicada a la ofimática. La acción 3.5.1 dice así:

«Se realizarán varios planes piloto de ofimática en organismos de la Administración Pública mediante establecimiento de acuerdos cuatripartitos entre Organismo Público/Dirección General de Electrónica e Informática/Empresa Consultora de Software/Empresa Fabricante de Hardware».

En el desarrollo de esta acción se vuelve a insistir en lo ya enunciado sobre la separación de la oferta hardware y software, dándole a la SSCI (Sociedad de Servicios y Consultoría en Informática) un papel de primera línea al asignarle la responsabilidad del diseño del sistema. Unas páginas más adelante, se indica en este documento que los primeros proyectos se desarrollarían para una serie de unidades, tales como: Juzgados, Hospitales, Ayuntamientos, Centros de Salud Primaria, Centros Directivos, Administración Central y Oficinas.

### Ferias y exposiciones

Las ferias y exposiciones sobre las TICs en general, y el SIMO muy en particular, han sido fiel reflejo del uso de la tecnología en nuestro país. Sus stands y las ofertas que en ellos se presentaban, los temas abordados en las conferencias y seminarios allí organizados, han constituido siempre un punto de obligada referencia para todo profesional que quisiera estar al día de la evolución tecnológica.

A título de curiosidad, no exenta de realismo, se recogen algunas referencias significativas de la presencia de la transmisión de datos en las ferias y exposiciones de las TICs celebradas en nuestro país.



Logo SIMO. Feria internacional de Tecnologías de la Información que se celebra anualmente en Madrid durante la primera quincena del mes de noviembre, y que convoca a las principales empresas del sector

#### SIMO

1966

Se presenta el *despacho rodante*, un vehículo fabricado por la empresa automovilística Barreiros y dotado de radioteléfono, dictáfono, máquina de escribir electrónica y archivo.

1969

Los terminales inundan los stands.

1970

De entre los múltiples actos técnicos cabría destacar los siguientes: Informática tridimensional; Redes de datos (presentación de la RETD).

1980

El *armario telefónico* o terminal telemático, formó parte del discurso pronunciado en la inauguración por el ministro de Industria, Ignacio Bayón Mariné. El ministro definió las tres líneas maestras de la política industrial de su Departamento: fabricación, redes y terminales. Hizo una



mención muy especial a las SSCI (Sociedad de Servicios y Consultoría en Informática) destacando que en 1979 habían facturado más de diez mil millones de pesetas. Terminó refiriéndose a los cien mil informáticos que trabajaban por aquel entonces en España.

1988

El Corte Inglés incorpora el servicio de telecompra llamado, Cortycompra.

### INFORMAT

1988

Se creó «MultiRED Informat '88» que fue definida como «una demostración conjunta del funcionamiento de los productos que integran los estándares internacionales de comunicaciones entre una gran variedad de fabricantes expositores».

## Servicios

La evolución de los servicios de transmisión de datos en España ha seguido en línea con lo ofrecido en los países de nuestro entorno. Teniendo en cuenta la relevancia que esta tecnología mantenía aún en la última década del siglo pasado, se presentan a continuación los servicios ofrecidos en este país por aquel entonces. Esta información ha sido obtenida, principalmente, de la publicación de Price Waterhouse, *Redes y servicios de telecomunicaciones en España, 1997*. En el texto que se incluye a continuación se indica entre paréntesis el año de introducción de la tecnología.

## Transmisión de Datos

Los servicios incluidos en este epígrafe se agrupan en dos categorías:

**Transmisión de datos por conmutación de paquetes o celdas.** Servicio de transmisión de datos entre equipos conectados a nodos conmutadores de paquetes, ya sean conmutadores X.25 (1982), conmutadores frame-relay, conmutadores IP (Internet Protocol), etc.

**Transmisión de datos por conmutación de circuitos.** Servicio de transmisión de datos entre equipos conectados a centrales conmutadoras de circuitos, como centrales analógicas, centrales digitales, centrales RDSI, etc.

Una vez definidas estas dos categorías, entre los servicios de transmisión de datos ofrecidos por Telefónica en 1997 (en el 2005 la transmisión de datos no parece quedar explicitada en su oferta) cabría destacar:

### Iberpac (1982):

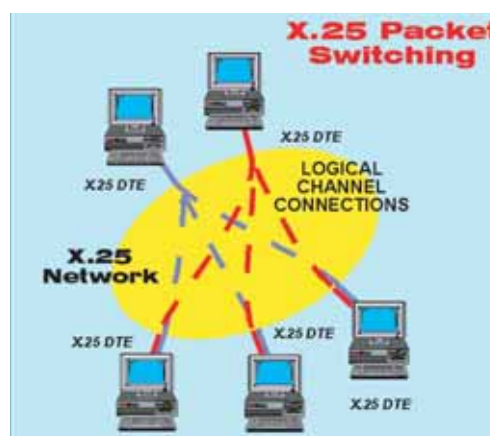
Incluye accesos X.25 con diferentes velocidades típicas (2.400 bps, 4.800 bps, 9.600 bps, etc.), si bien en los accesos de los Centros de Proceso de Datos (CPD) se pueden contratar accesos de 64 Kbps y 2 Mbps. Además del acceso X.25 nativo, la red soporta otros protocolos de acceso (X.28, X.32, HDLC-MNR para equipos IBM, datáfono para transferencia electrónica de fondos desde terminales punto de venta, Ibertex, etc.).

### Red Uno (1992):

Servicio de Red Privada Virtual. El tipo de accesos y velocidades son similares a los proporcionados sobre la red pública Iberpac X.25. La diferencia estriba en la mayor fiabilidad/velocidad de la red y la calidad de servicio comprometida contractualmente, todo ello es posible debi-



Logo Informat. Feria internacional de las Tecnologías de la Información que se celebra anualmente en la ciudad de Barcelona



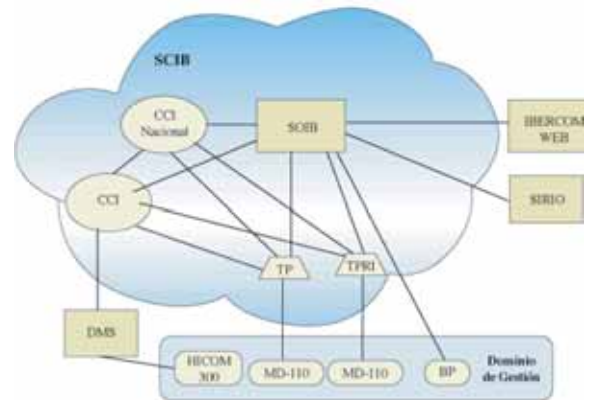
Red de paquetes X.25. Primer protocolo internacional para redes de conmutación de paquetes, que también se implantaría en la red IBERPAC hacia mitad de los años ochenta. Desarrollado en una época en que las redes de transmisión ofrecían unas prestaciones poco brillantes, se la dotaría de gran cantidad de medios de protección contra errores que después supondrían una sobrecarga difícil de soportar

El sistema de control IBERCOM funciona como una línea telefónica normal, pero con prestaciones avanzadas, ya que se integran servicios de valor añadido como correo de voz y fax, control de gasto, etc.

do a que se asignan recursos (nodos, enlaces) en exclusiva al cliente. Las velocidades, el nivel de servicio y las tarifas varían de un usuario a otro según un contrato individual por cliente.

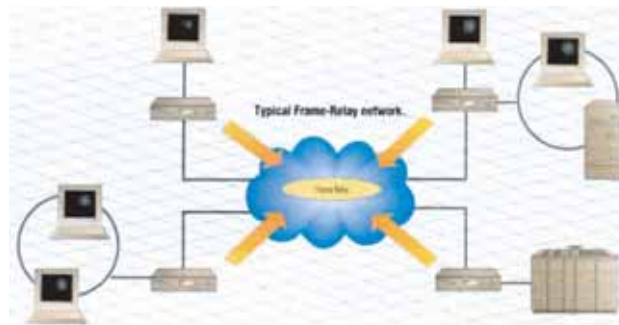
*Ibercom-Datos (1991):*

El servicio Ibercom-Datos se puede contratar junto con el servicio de red privada virtual de voz. Soporta interfaces V.24 y V.25 del CCITT, alcanzándose velocidades en comunicaciones síncronas de hasta 64 Kbps.



*Frame Relay (1991):*

Es una tecnología de conmutación que empaqueta los datos al ser transmitidos en tramas de longitud fija. Es más simple que otros protocolos de conmutación de paquetes (como X.25), pensados para la transmisión a baja velocidad sobre líneas analógicas con mucho ruido. Con Frame Relay la responsabilidad de la corrección de errores recae en protocolos de más alto nivel, lo que reduce en gran medida los encabezados de la transmisión de las tramas (información adicional a los datos), aprovechando la mayor calidad de las líneas digitales.



Red típica Frame Relay. En el decenio de los ochenta, cabe reseñar la aparición de Frame Relay (FR), que, sin control de errores ni de flujo, permitiría incrementar las velocidades de transmisión ofrecidas por su antecesor, X.25

*Servicio de datos sobre RDSI (1987):*

Los servicios ofrecidos sobre la red RDSI son independientes de la naturaleza de las señales transmitidas (voz/datos). La transmisión de datos puede efectuarse a través de los canales B (básicos) a 64 Kbps (en modo conmutación de circuitos), o a través de los canales D (señalización) a unos 9.600 bps de velocidad efectiva (en modo conmutación de paquetes).



Conector RDSI. RDSI es una red única de ámbito europeo, cuya característica principal es que sobre la misma línea de conmutación integra las comunicaciones de voz, datos, textos e imágenes

*Servicio ATM (Asynchronous Transfer Mode) (1986):*

ATM es una tecnología de conmutación donde los datos de usuario son encapsulados en paquetes de información de 53 bytes. Este tamaño fijo y pequeño hace que sea posible la conmutación a grandes velocidades. Con ATM es posible también amortiguar retrasos de transmisión en las celdas, no predecibles y constantes en el tiempo. Estas dos características son cruciales para la transmisión en tiempo real de información y ello permite mezclar diferentes tipos de señales (datos, voz, audio, vídeo, etc.) sobre la misma red.

**Servicios de Valor Añadido**

El concepto de *servicio de valor añadido (SVA)* ha estado ligado a las prestaciones que pueden ofrecerse sobre una red de voz/datos. Estos servicios son diferentes de aquellos para los que fue concebida la red y aportan «valor añadido» a la mera comunicación.

Con independencia del tipo de servicio que se ofrece, en general los SVA presentan un esquema de acceso muy similar, donde los usuarios se conectan a través de la red a centros inteligentes conocidos como *centros servidores*. Un centro servidor genérico estaría formado por el equi-

pamiento informático (servidores, módem, routers, etc.) necesario para ofrecer servicios de datos (videotex, bases de datos, correo electrónico, EDI o intercambio electrónico de datos, etc.) y los equipos (centralitas, concentradores de llamadas, etc.) necesarios para ofrecer los servicios de voz (audiotex, mensajería vocal, etc.).

Atendiendo a su funcionalidad específica, los SVA pueden agruparse en cuatro grandes categorías:

1. **Servicios de Información.**
  - Videotex.
  - Acceso a bases de datos.
  - Información Financiera/Servicios de Noticias.
  - Teletexto.
  - Auditex.
2. **Servicio de Mensajería.**
  - Correo electrónico.
  - Fax gestionado.
3. **Servicios transaccionales.**
  - EDI (Intercambio Electrónico de Datos).
  - Sistemas de Reserva (CRS, Computer Reservation Systems).
  - EFT (Electronic Funds Transfer).
  - EFTPOS (Electronic Funds Transfer at Point of Sale).
4. **Servicios de comunicación.**



Fibra óptica. La capacidad teórica de transmisión es mayor de 100 Tbps (100 billones de bps.). La velocidad utilizada en la actualidad, en aplicaciones comerciales, es de 2,5-10 Gbps, debido al equipamiento optoelectrónico (transmisores/receptores)

## RDSI

La Red Digital de Servicios Integrados es capaz de soportar servicios de voz, datos o vídeo sobre una infraestructura de transmisión y de conmutación digitales. Los tipos de conexión RDSI son:

*Acceso Básico* (Basic Rate Access), conocido como 2B+D, proporciona acceso simultáneo a dos canales B de 64 Kbps con conmutación de circuitos, y a un canal D (señalización) de 16 Kbps con conmutación de paquetes, utilizado para establecer, mantener y liberar las llamadas realizadas sobre los canales B.

*Acceso Primario* (Primary Rate Access), conocido como 30B+D, proporciona el acceso simultáneo a 30 canales B de 64 Kbps con conmutación de circuitos y a un canal D (señalización) de 64 Kbps con conmutación de paquetes (en Estados Unidos y Japón el acceso primario ofrece 23 canales B y un canal D).

La arquitectura RDSI se comenzó a implantar en Europa a mediados de 1987 y por aquel entonces se presentó como **la red pública universal**, y el próximo paso para la red del futuro. Los diseñadores tenían argumentos para su propaganda pues se estaba ofreciendo:

- Voz y no voz.
- Paquetes y circuitos.
- 64 kbps.
- Inteligencia en la red.
- Arquitectura de niveles.
- Variedad de configuraciones (adaptación a las necesidades de cada país).

Atributos suficientes en aquellos años, como para comerse el mundo de los bitios. Pero las dificultades comienzan cuando del otro lado del Atlántico no se presta mucha atención a esta solución y se continúa con otros desarrollos; sin embargo, Japón se alinea con la RDSI y llega a instalar un elevado número de usuarios (10 millones en 2001); luces y sombras que enseguida se convierten en el inicio de un ocaso no previsto.

La innovación tecnológica, si no es continuada, suele perecer con la llegada de nuevos productos más innovadores que el existente. En el caso de la RDSI, la burocracia que rodeó a la confección de estándares fue, en gran parte, la causante de un retraso que se convertiría en funesto cuando aparecieron en el mercado nuevas tecnologías, DSL en este caso.

Una arquitectura que llega al mercado con todos los atributos para convertirse en «la red de redes», tuvo que conformarse con ser «una más entre las demás». Esta triste historia quedó contundentemente condensada en un artículo publicado en la revista *The Economist* del 10-3-90, y titulado «The message makers», donde se decía: «ISDN no es un servicio universal, ni el primer paso hacia el futuro, ni nada que se le parezca. Si se ofrece al mercado como tal, no será más que una frustración para aquellos que intenten utilizarla».

Para el que esto escribe, la similitud con el binomio UMTS/WiFi, es bastante llamativa. En ambos casos, US se queda fuera de juego en un importante desarrollo tecnológico y reacciona, de la única forma posible, contraatacando con una tecnología más potente.

## La alta velocidad llega a los hogares

La alta velocidad llegó a nuestro país en el mes de abril de 1992, coincidiendo con la puesta en funcionamiento del tren de alta velocidad, el AVE; doce meses más tarde se iniciaría el uso de Internet en España, y a los siete años se iniciaría la comercialización del ADSL; en la pasada década, la alta velocidad adquiere carta de naturaleza entre nosotros, tanto en su vertiente virtual como física. Ambos mundos, empresa y particulares, comparten los mismos sistemas, pero no todos ellos se comportan de la misma manera. Si el AVE tuviera competencia, sus usuarios se lo pensarían dos veces antes de pasar a utilizar un tren de la competencia basándose únicamente en una tarifa más reducida; puntualidad, calidad de servicio y atención al viajero, serían algunos de los factores a considerar antes de abandonar al operador habitual. En la velocidad virtual, ADSL, no parece que las cosas sucedan de la misma manera y el precio es el único factor para apuntarse a este o aquel proveedor. Ante este extraño comportamiento, habría que preguntarse si los usuarios de ADSL realmente se sirven de él, o si por el contrario se trata simplemente de una moda pasajera.

Se dice que el precio es el factor que más negativamente influye en la penetración de la alta velocidad en el mercado; hay quien ofrece 1 Mb por sólo tres euros al mes; se ha parado a pensar, el que comparta dicha conclusión, qué se puede hacer con tres euros en treinta días.

En otro orden de cosas, pasamos a nuestra posición en el ranking de las TICs en Europa; según algunos somos los súper últimos y estamos después de Grecia (nunca nos hemos parado a pensar qué dirán de nosotros los griegos si siempre les asignamos el farolillo rojo). En telefonía móvil somos un país avanzado y en algunos parámetros relativos a Internet, (Red.es, indicadores e-Europa), no estamos tan mal como pudiera parecer:

- Porcentaje de empresas con acceso a banda ancha: 72 por 100 España vs 55 por 100 la media europea.
- Porcentaje de empleados que utilizan Internet en su puesto de trabajo: 29,2 por 100 España vs 26 por 100 la media europea.
- Porcentaje de empresas que utilizan e-learning para la formación de sus empleados: 27 por 100 España vs 12 por 100 la media europea.

Par telefónico, cable, línea de alimentación eléctrica, satélite y WiMax forman el quinteto de servicios que pueden llevar la alta velocidad a nuestros hogares, por lo que podría concluirse que la competencia está asegurada. Los contenidos que constituyen el terreno donde se va a librar la batalla, velocidad y coste están, dentro de un orden, al alcance de cualquiera, pero, de momento, el cine y los partidos de fútbol son los contenidos que más se contratan.

## La competencia en los SVA

A primeros de octubre de 1989, la operadora inglesa British Telecom decide iniciar sus actividades de transmisión de datos en nuestro país, y selecciona a Teófilo del Pozo, a la sazón máximo ejecutivo de Data General, para que se pusiera al frente de esta actividad. Al no haberse producido todavía la liberalización de la transmisión de datos, BT decide comenzar sus actividades comercializando «Dealers Board» (mesas de mercado para intermediarios bancarios). Esta idea no se materializa en ningún contrato, pero sí surge una nueva actividad de la compra que BT realiza a McDonnell Douglas de su red Tymnet. Una de las primeras tareas del nuevo

Director General fue la adquisición de los activos que McDonnell tenía en España y el fichaje de dos de sus mejores técnicos: Luis Camarena y José Manuel Martínez Adrados.

Por aquel entonces, Telefónica había encomendado a BT la confección del software para el sistema de control de tráfico de las centrales internacionales de la red telefónica. Se trataba de un proyecto de gran envergadura, con más de dos años de duración, y en el que la recién estrenada unidad operativa hacía las tareas de gestión o de intermediación y representación, ya que el trabajo corrió a cargo de ingenieros de la unidad de integración de sistemas de BT.

El primer contrato importante vino del Gobierno Vasco que deseaba implantar una red de transmisión de datos que interconectara a todas sus dependencias. Se montó con la tecnología Tymnet y se llegaron a implantar setenta nodos, con lo que, después de la propia Telefónica, era la red más extensa de España.

La estrategia de BT para nuestro país pasaba por la compra de una red ya en funcionamiento, a ser posible de un banco que además quisiera participar luego en el negocio. Después de varias tentativas fallidas, y culminando unas largas y laboriosas negociaciones, se anunció, en septiembre de 1993, la creación de una sociedad mixta BT-Banco Santander a la que se le dio el nombre de BTT (BT Telecomunicaciones). Unos meses más tarde esta nueva empresa consiguió la primera licencia para transmisión de datos a nivel nacional.

BTT transformó la red privada del Banco Santander en una red pública X.25, sacando todo el equipamiento de los locales del banco y ubicándolo en instalaciones nuevas dotadas de los más modernos dispositivos de seguridad. Este nuevo sistema llegó a contar con más de cincuenta y dos nodos y la antigua red, comprada a McDonnell Douglas, fue completamente removida por BT y se convirtió en un servicio avanzado a nivel mundial.



BT. Primera operadora internacional que se instala en nuestro país para actuar en los mercados liberalizados de telecomunicaciones

## Aspectos legales

En el año 1987 se produce el primer gran paso hacia la liberalización de las telecomunicaciones. La LOT (Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones) parece dejar bastante claro en su título que lo más importante era poner orden en un sector plagado de normativas, muchas de ellas solapadas o incluso contradictorias. El segundo hito lo constituyó la Ley de Liberalización de 1997, esta vez espoleada por las normativas europeas, y que fue derogada por la Ley 11/1998, de 25 de abril de 1998, General de Telecomunicaciones, que a su vez lo fue por la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones. Estas leyes han sido desarrolladas por sus correspondientes Reales Decretos y Órdenes y entre las últimas disposiciones se puede citar el Real Decreto de 15 de abril de 2005 sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios. *Ordenar, liberalizar y ofrecer*, parece haber sido la secuencia seguida en la promulgación de estas Leyes.

### *Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones*

Desde que en 1924 se constituyó la CTNE, a la que se adjudicó el servicio público telefónico sobre la base de la intervención del Estado y su participación en los beneficios, muchas y variadas han sido las disposiciones que se han ido promulgando en la materia. De diferente rango y emitidas por distintos Organismos habían llegado a crear un impenetrable bosque de normativas en el que nadie aparecía como auténtico regulador de tan importante materia.

En 1986 se crea la Dirección General de Telecomunicaciones, y un año más tarde se publica la LOT (Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones), que supone la aparición de un marco jurídico general de las telecomunicaciones que hasta ese momento no existía.

La LOT establece las líneas jurídicas básicas a las que debían ajustarse los servicios de telecomunicaciones que son competencia exclusiva del Estado, organizándolos de forma que se garantice el mandato constitucional.

Aporta como novedades: regulación de los servicios de valor añadido; establece que habrá de crearse el Plan Nacional de Telecomunicaciones; el establecimiento de los criterios para la formalización de un nuevo contrato con la Telefónica; e indica que habrá de crearse, como órgano asesor del Gobierno, el Consejo Asesor de Telecomunicaciones.

### *Ley General de Telecomunicaciones de 3 de noviembre de 2003*

Los objetivos de esta ley son los siguientes:

- Fomentar la competencia efectiva.
- Garantizar el cumplimiento de las obligaciones de servicio público.
- Promover el desarrollo del sector de las telecomunicaciones.
- Hacer posible el uso eficaz de los recursos limitados de las telecomunicaciones.
- Defender los intereses de los usuarios.
- Fomentar la neutralidad tecnológica en la regulación.
- Promover la industria de productos y servicios de telecomunicaciones.
- Contribuir al desarrollo del mercado interior.

### *Real Decreto 424/2005 de 15 de abril de 2005*

Se trata de un Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios.

Realizar el desarrollo reglamentario de los títulos II y III de la Ley anteriormente citada, prestando especial atención a la protección de los datos personales en la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas.

## La liberalización de los Servicios de Valor Añadido

En los años del teleproceso, el control del servicio era tan estricto que incluso los módems debían ser contratados con el operador. Por aquel entonces, la transmisión de datos se consideraba como parte intrínseca de los servicios de voz. La noción de redes de ordenadores contribuyó decisivamente al cambio radical de este enfoque, pues un sistema, apoyado en una misma infraestructura, permitía prestar unos servicios imposibles de ofrecer con la red de telefonía.

Con la liberalización de las telecomunicaciones se reguló la transmisión de datos en base a la noción de SVA. Básicamente se trataba de separar la infraestructura (en la que se subsumía el servicio de voz) de los servicios prestados; con este esquema se aseguran las mejores prestaciones a los usuarios finales, en base a la comercialización de nuevos SVA.

La regulación de los SVA permite que la Administración module la regulación del sector en base a la amplitud de sus esquemas en materia de estos servicios, más flexibles que los componentes tecnológicos que los soportan.

## Mercado

### A qué llamamos transmisión de datos

La transmisión de datos comienza su agonía con la puesta en funcionamiento de las redes de ordenadores, certificándose su defunción con la entrada en funcionamiento de las redes integradas. De ser esto así, el capítulo que nos ocupa no tendría una extensión mayor que medio folio; pero como nos gusta ser ortodoxos, y a pesar de que un caminante no es lo mismo que un viajero, nos atendremos a las definiciones al uso.

Como ya se indicó al inicio de este capítulo, la transmisión de datos surge de la necesidad de utilizar la única infraestructura disponible, la red de telefonía, para transmitir señales que no fueran de voz. La era del módem y su utilización con circuitos punto a punto, fue una solución práctica, pero no eficaz, y durante la gestación de la RETD así se puso de manifiesto. Con la aparición de las redes de ordenadores se inició un proceso de estratificación de la red, por niveles de menor a mayor complejidad; un claro ejemplo lo encontramos en los protocolos tipo OSI. Llegados a este punto, vemos que de la función de transmisión de datos hemos pasado al concepto de aplicación y servicio, con lo que empieza a desdibujarse un concepto que, a principios de la década de 1970, parecía tener un brillante futuro.

La arquitectura de niveles no es una cuestión meramente técnica pues en diciembre de 2003, la operadora MCI propuso un esquema de tarificación horizontal, en lugar de vertical. Según este nuevo enfoque, si la regulación se ha venido descomponiendo en tres sectores: telefonía, televisión-radio-sin-hilos y cable, en el nuevo modelo de niveles se habla de: acceso y transporte, red, aplicación y contenidos. La propuesta de la operadora norteamericana MCI, de momento, no ha sido tomada en consideración por los organismos reguladores de aquel país, pero todo parece indicar que aún no se ha dicho la última palabra sobre cuestión de tanta trascendencia.

En la Sociedad de la Información hablamos cada vez más de aplicaciones y servicios, y estos son los que configuran el mercado. Ante el carácter subsidiario que ha ido tomando el concepto de transmisión de datos, nada mejor que recurrir a la CMT para saber cómo el órgano regulador aborda, define y cuantifica la materia objeto de este capítulo; para ello utilizaremos las definiciones que aparecen en su Memoria de 1998.

*«El servicio de transmisión de datos consiste en el transporte de información entre puntos distantes, información diferente de voz y vídeo. Tradicionalmente, resultaba evidente la distinción entre los servicios citados, dado que los transportes de cada una se hacían por redes específicas. En la actualidad, y con la creciente convergencia de redes debida a la digitalización, la diferencia entre ambos tipos de servicios se centra en el acceso, esto es, en la interceptación que los equipos terminales hagan de los datos recibidos. En todo caso, se mantienen protocolos específicos para transmisión de datos, que son los que se han agrupado dentro de este mercado.»*

*«Las tecnologías más comunes para esta transmisión suelen constituir también su denominación comercial. Así se tienen servicios de datos como X.25, Frame Relay o ATM. Sin embargo hay otro tipo de tecnologías que pueden ser usadas para prestar esta clase de servicios, como son las líneas RDSI, circuitos alquilados o el acceso a Internet por telefonía fija. También cabe incluir aquí la transmisión para redes VSAT (Very Small Apertura Terminal).»*

*«La prestación del servicio de transmisión de datos es un mercado abierto desde 1987, bajo la concesión de «Servicio de telecomunicación de valor añadido de suministro de conmutación de datos por paquetes o circuitos».*

El amplio espacio dedicado a la transmisión de datos en la Memoria de 1998, contrasta con la parquedad —un par de párrafos— con la que se despacha la cuestión en el ejercicio de 2004. Quizás sea un poco precipitado sacar conclusiones, pero parece que todo apunta a que se acabe integrando esta función en los servicios correspondientes. La implantación de las NGN (Next Generation Network), en las que cualquier terminal de usuario a través de cualquier red tendría acceso a cualquier contenido en cualquier soporte, podrían implicar que el concepto de transmisión de datos, tal y como se definió hace unos cuarenta años, pasara al baúl de los recuerdos.

## La facturación del sector de las telecomunicaciones

En el cuadro que figura a continuación, se puede constatar que durante los diez primeros años de mercado español de transmisión de datos, la facturación se multiplicó por veinticinco, en los quince siguientes el factor multiplicador fue de cuatro, y en los últimos siete años ha sido de dos. En la tabla, se han recogido una serie de datos relativos a la evolución del mercado de transmisión de datos, según la información contenida en los informes anuales de la CMT, habiéndose publicado el primero de ellos en el año 1997. Debe resaltarse el hecho de que en las cifras recogidas en este epígrafe no se han incluido las relativas a los sistemas corporativos, para simplificar la comprensión de las mismas.

Por considerarlo de interés se transcribe a continuación lo que dice la CMT en su informe de 1998: *«Sobre estas estimaciones hay que tener en cuenta la dificultad de alcanzar una exactitud plena, debido a que, al estar los servicios de transmisión de datos muy orientados al cliente, en muchos casos los operadores tienen dificultades para distinguir la facturación correspondiente a cada uno de los servicios de datos».*

En otra parte de este mismo documento se afirma: *«Para definir este mercado se incluyen únicamente los servicios prestados mediante tecnologías específicas de transmisión de datos, como X-25, Frame Relay y ATM. Según esto, la transmisión de datos por líneas RDSI o mediante acceso desde RTC*

Fuente: elaboración propia con los datos de la CMT.

1. *Fact. Total*: Facturación total del sector de las telecomunicaciones. Esta y las restantes cifras del cuadro han sido obtenidas de los informes anuales de la CMT.
2. *Inc. Anual*: Porcentaje de incremento anual de la facturación total.
3. *Fac. Datos*: Facturación total por transmisión de datos, calculada según los criterios de la CMT.
4. *Inc. Anual*: Porcentaje de incremento anual de la facturación total en transmisión de datos.
5. *Datos/Tot*: Porcentaje de la facturación de transmisión de datos sobre el total de la facturación en telecomunicaciones.
6. *N.º clientes*: Número de clientes en transmisión de datos.
7. *N.º Operad*: Número de operadores que ofrecen servicios de transmisión de datos.
8. *% TTD*: Cuota de mercado de transmisión de datos detentada por TTD.

Evolución de la facturación por transmisión de datos (Datos en millones de euros)								
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1 Fact. Total	15.842	17.664	21.045	24.782	28.216	31.584	34.362	37.189
2 Inc. anual	—	11,5%	19,1%	17,8%	13,9%	11,9%	8,8%	8,2%
3 Fac. Datos	399,8	483,7	448	569,6	795,2	743	779	792
4 Inc. anual	—	21%	-8%	27%	39,5%	-7%	5%	1,7%
5 Datos/Tot	<b>2,5%</b>	<b>1,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,8%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,1%</b>
6 N.º clientes	8.017	9.700	17.209	15.021	12.403	18.800	16.487	14.955
7 N.º Operad	—	2	4	9	25	26	29	28
8 % TTD	—	81%	80,5%	74,3%	75,5%	64,8%	71,9%	69,7%

se ubican dentro del apartado de servicios telefónicos fijos; y la realizada mediante circuitos alquilados, en el apartado homónimo».

Sobre los datos que figuran en el cuadro, tres breves comentarios. El primero se refiere a la facturación global del sector que a partir del 2000 reduce a la mitad su porcentaje de crecimiento anual. El segundo aspecto se refiere a que la transmisión de datos ha mantenido prácticamente inalterable su porcentaje de facturación con respecto al total. Y el último, constatar que la competencia le ha arrancado a Telefónica diez puntos de cuota de mercado.

Volviendo de nuevo a las memorias anuales de la CMT, concretamente a la del 2004, vamos a recoger la información contenida en los cuadros resumen de las páginas 385, 386 y 387 de ese informe.

Número de operadores que prestan servicios de transmisión de datos				
2000	2001	2002	2003	2004
9	25	26	29	28

Ingresos por servicios de transmisión de datos	
Año	Millones de euros
2002	743,04
2003	779,02
2004	792,01

Ingresos por servicios de transmisión de datos (Datos en millones de euros)			
Servicios	2002	2003	2004
Líneas dedicadas a datos	691,53	737,65	758,60
Servicios de acceso a Internet y otros servicios	42,22	41,36	32,87
Otros servicios de información	9,30	0,01	0,53
<b>Total</b>	<b>743,04</b>	<b>779,02</b>	<b>792,01</b>



<b>Ingresos por líneas dedicadas de datos (Datos en millones de euros)</b>			
<b>Líneas dedicadas a datos</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
ATM	38,42	52,69	79,78
Frame relay	534,63	543,19	511,88
IP	26,85	66,99	99,85
X.25	81,43	62,17	56,62
RDSI	3,89	2,10	1,17
Redes VSAT	1,72	1,81	1,38
Otros	4,60	8,71	7,92
<b>Total</b>	<b>691,53</b>	<b>737,65</b>	<b>758,60</b>

<b>Número de clientes por líneas dedicadas de datos</b>			
<b>Líneas dedicadas a datos</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
ATM	266	570	638
Frame relay	7.446	6.972	5.935
P	2.722	4.318	4.631
X.25	3.282	2.651	1.770
RDSI	3.695	1.072	874
Redes VSAT	472	402	101
Otros	917	502	206
<b>Total</b>	<b>18.800</b>	<b>16.487</b>	<b>14.155</b>

<b>Ingresos y cuotas de mercado por servicios de transmisión de datos</b>		
<b>Empresa</b>	<b>Millones de euros</b>	<b>% sobre el total</b>
Telefónica data España	551,87	69,7
BT España	145,32	18,3
Grupo Auna fijo	25,31	3,2
AT&T Global Network Services España	16,53	2,1
Resto	52,99	6,7
<b>Total</b>	<b>792,01</b>	<b>100,0</b>

## Los protagonistas

A mitad de la década de 1960, los ingenieros de telecomunicación comienzan su pacífica invasión de las oficinas de fabricantes de material informático. Por aquel entonces las salidas laborales de estas titulaciones eran básicamente dos: la CTNE y Standard Eléctrica, si bien las promociones de ingenieros no eran muy numerosas: unos setenta titulados anuales.

Antes de seguir adelante, quizás mereciera la pena hacer una pequeña reflexión sobre el papel que esta ingeniería ha desempeñado en la vida pública. No se han alcanzado puestos de relevancia, ni dentro ni fuera del sector; analícese la procedencia de los máximos ejecutivos de Telefónica, o de los altos cargos ministeriales, para comprobar la escasez, sino total ausencia, de ingenieros de telecomunicación que han llegado a ocupar esos puestos.

A partir de aquella época, los fabricantes primero, y las sociedades de servicios un poco después, han dado empleo a miles de ingenieros, pues la producción de equipos de transmisión

de datos ha sido actividad frecuente; centros de I+D, fábricas y unidades de formación han formado parte del entramado industrial de multitud de empresas del hardware.

La aparición de las redes de ordenadores, y concretamente de las LAN, supuso otro empujón importante hacia la contratación de unos profesionales que, por aquel entonces, aun trabajaban en un sector con pleno empleo y acostumbrado a vivir al socaire de las crisis financieras, tuvo que padecer en sus propias carnes las consecuencias de la burbuja digital, lo que no debe impedir mirar hacia delante con un cierto optimismo pues, cada vez más, viviremos enredados y sin hilos.

En el último estudio socioprofesional sobre el ingeniero de telecomunicación realizado por el COIT/AEIT (PESIT VI) un 5,2 por ciento del colectivo se encontraba en situación de desempleo; el 1,6 por ciento trataba de encontrar su primer empleo, mientras que el 3,6 por ciento restante se encontraba en situación de búsqueda con experiencia profesional.

## Las asociaciones

Para algunas empresas catalanas, la oferta en monopolio por parte de Telefónica, podía y debía mejorarse sobre la base de algún tipo de lobby de usuarios. Esta idea, que venía gestándose desde hacia algún tiempo, fue tomando cuerpo poco a poco hasta que la Caixa y Banca Catalana junto con Hidrola y Unosa dieron forma a la Asociación de Usuarios de Telecomunicaciones, Autel, liderada por el ejecutivo catalán Ricardo Ruiz de Querol, a la sazón ejerciendo sus funciones directivas en el Instituto Sardá. Con la creación de Autel el fenómeno asociativo también llegó a la transmisión de datos, pero no de forma autónoma, sino integrado en la problemática general de las telecomunicaciones, en la que estaba incluida la relativa a la transmisión de datos.

Así, en el año 1987 se produjeron tres eventos íntimamente relacionados: la publicación del *Libro Verde de las Telecomunicaciones*, la promulgación de la LOT y la creación de Autel, que marcaron un hito en las telecomunicaciones de este país, iniciando a partir de entonces un proceso de expansión creciente a lomos de la tecnología primero y de la liberalización un poco después.

Durante sus primeros años de existencia la actividad de Autel no fue mucha, hasta que los socios fundadores, conscientes del peso de los grandes usuarios con sede en Madrid, decidieron trasladar a la capital su domicilio social y encargaron a Fernando de Elzaburu, quien escogió como hombre de confianza a Miguel Ángel Eced, que se ocupara de la Presidencia. El equipo directivo se completó con el nombramiento de César Rico como Director General y a partir de ese momento la Asociación entró en un periodo de trepidante actividad en el que la búsqueda de nuevos socios figuraba como meta prioritaria. De los treinta asociados de la época inicial se pasó a ciento cuarenta, cifra con la que pareció haberse alcanzado un número estable de afiliados.

Una vez puesta en marcha la LOT y desaparecido el monopolio de oferta, el objetivo de Autel dejó de ser el de hacer lobby frente a Telefónica para dedicar todas sus energías a promover la liberalización de las telecomunicaciones en España. Para poder realizar esta labor con conocimiento de causa, había que estar muy al tanto de lo que sucedía fuera de nuestras fronteras, y lo primero que hizo el nuevo equipo directivo fue integrarse en la INTU, federación mundial de asociaciones nacionales, donde ya estaban EEUU, Canadá y Japón, entre otros.

Uno de los objetivos fundacionales de Autel fue el de convertirse en la asociación de usuarios del sector de negocios. Algunos fabricantes de equipos de telecomunicaciones se habían incorporado, pero siempre en su calidad de usuarios de Telefónica y no en la de productores de equipos. La única empresa que estatutariamente quedaba excluida era Telefónica, pero al aparecer otros Operadores estaban sopesando si aún era conveniente mantener tal exclusión.

Al haberse gestado en paralelo con la legislación de la CEE, la LOT tenía bastantes lagunas que fueron rellenándose posteriormente. En este sentido, Autel colaboró intensamente con la clase política para lograr una legislación que estuviera a la altura de las leyes comunitarias.

Cuando la Asociación celebró su décimo aniversario, lanzó el mensaje de que la era de la liberalización se daba por concluida y que, a partir de entonces, los objetivos que se perseguían eran distintos. En primer lugar, hacer que la letra de la Ley se tradujera en una competencia real y efectiva que redundara en bien de todos. En segunda instancia, promover el uso de los

servicios de telecomunicación avanzados, lo que supondría un gran esfuerzo para adecuar convenientemente los servicios ofertados con las demandas de los usuarios.

Una cuestión importante es el hecho de que la Ley no contemplaba la participación real y activa de asociaciones como Autel. Por entonces, el tema se obviaba mediante un buen entendimiento con la Administración que «consentía» la presencia de la Asociación cediéndole puestos de libre designación en determinados órganos de Gobierno.

De Autel surgiría la Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (AUTELESI), entidad de ámbito nacional, sin ánimo de lucro, inscrita en el Registro de Asociaciones del Ministerio del Interior con el número nacional 75.713. Se constituyó en Barcelona el 24 de julio de 1987 y en 1989 trasladó su domicilio social a Madrid. En junio de 2003, la Asociación (hasta entonces, AUTELE) amplió su ámbito de actuación convirtiéndose en representante de los usuarios profesionales de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información.

La Asociación tiene como objeto el promover, en la sociedad en general y entre los usuarios profesionales en particular, el estudio, la investigación y la difusión objetiva de conocimientos en los temas relacionados con los servicios de telecomunicaciones y de la sociedad de la información.

## Impactos económicos

Los estudios sobre el impacto económico de las TIC son incontables, pero sus conclusiones no presentan la uniformidad que cabía esperar de unos productos y servicios que llevan entre nosotros más de medio siglo. Desde los informes sobre «La paradoja de la productividad» (la inversión tecnológica no asegura la productividad), hasta los demoledores escritos de P. Strassmann (no existe ninguna correlación entre el gasto informático y la rentabilidad de una empresa), parece como si no quisiéramos abordar un discurso, que cambió totalmente de enfoque con las teorías sobre «La economía de la información».

En el caso de la transmisión de datos, durante los primeros treinta años, su influencia estuvo constreñida al sector empresa, y entre sus beneficios se encontraban reducciones importantes en los costes de las transacciones internas. La estrategia también ha sido razón suficiente para abrazar la transmisión de datos, así como también los sistemas de reserva de plazas aéreas, que forzaron al gobierno norteamericano a obligar a American Airlines a poner su sistema de reservas a disposición de la competencia. Para la banca, las razones son múltiples y de ahí su liderazgo en el empleo de las TIC, aliadas imprescindibles a la hora de reducir el TTM (Time to Market), para poner en el mercado un producto que aventaje o iguale al de sus competidores.

Todas las variantes de *outsourcing* (zapatero a tus zapatos, o, hagamos nosotros solamente lo que hacemos bien, y contratemos con terceros lo que ellos hacen mucho mejor, y con menores costes) no serían factibles sin la ayuda de las comunicaciones de datos. Y qué decir de las LAN que, además de ayudar a la rentabilidad, han permitido implantar nuevos modelos de organización que ayudan a las empresas a poder operar en este nuevo entorno empresarial que nada tiene que ver con el que imperaba hace menos de una década.

Si el teleproceso permitió mejorar las transacciones con el mundo exterior (clientes y proveedores), las redes de área local facilitarían una mejora sustancial en los procesos internos. Las mejoras de productividad logradas a finales de siglo, serían la resultante de estas dos actuaciones.

Internet y el teléfono móvil han socializado las TIC hasta tal punto que ya hablamos de la brecha digital, que separa a los que tienen acceso a su utilización y los que no la tienen. El PC se ha convertido en la puerta de entrada al paraíso digital.

Durante el periodo 1970-1990, el prefijo «tele» acompañó a todas las aplicaciones desarrolladas con la tecnología de transmisión de datos: *teleinformación*, *telemedicina*, *teletrabajo*, *teleadministración*, *televigilancia*, *telebanca*... y así un larguísimo etcétera; se trataba de enfatizar que en todos los casos se ponía al alcance de un importante colectivo (usuarios finales) las bondades de los sistemas centrales, «a pesar de la distancia».

Desde la última década del pasado siglo, la «e» se ha adueñado de los prefijos apareciendo la *e-Administración*, *e-learning*, *e-commerce*, *e-negocio*, *e-persona*... para significar que todos tenemos acceso a la información y al diálogo, donde, cuando y como queramos.

Desde hace un par de años, la «m» parece estar tomando el mando *m-commerce*, *m-business*, *m-aplicaciones*... para darnos a entender que si bien es importante que la información se mueva, lo es aún más que el usuario esté en movimiento.

## Impactos sociales

Muchas han sido las organizaciones que en nuestro país han desarrollado acciones importantes en busca de soluciones a largo plazo para problemas sociales, la mayor parte de ellos poco definidos, desarrollando labores muy meritorias. De todas ellas, la que quizás tuvo una vocación más orientada a la informática, o si se prefiere a la teleinformática primero y a la telemática después, fue Fundesco (Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones) constituida por Telefónica en 1970, desaparecida con aquel nombre en 1996 y reconvertida a Fundación Telefónica; todo lo que aquí se recoge debe leerse con esta perspectiva temporal 1970-1996.

Se trató de una institución de la que era difícil encontrar un tema que no hubiera sido objeto de su estudio y análisis. Se cuentan por miles los profesionales de este país que, directa o indirectamente, han participado en alguna de sus actividades; a este número habría que añadir los de otros países, en especial los de la CEE e Hispanoamérica, con los que Fundesco mantuvo frecuentes contactos. Las áreas en las que se centraron los proyectos de investigación y la realización de actividades conexas como seminarios, publicaciones, etc., son múltiples. A continuación se expone una breve referencia a dos proyectos, uno en sanidad y el otro en enseñanza.

El Proyecto CINIME (Centro de Información de Medicamentos) tenía como objetivo fundamental la creación de un banco de datos, para facilitar a distancia informaciones diversas sobre medicamentos, tales como principios activos, laboratorio que lo comercializaba en nuestro país, precio del producto, contraindicaciones, etc. En la creación de esta base de datos jugó un importante papel técnico Entel desarrollando diversos aspectos informáticos que hicieron operativo el servicio, al facilitar la información a distintos usuarios del sistema.

El proyecto TELELEGAL (Teleenseñanza en Galicia), que contó con la colaboración, entre otras instituciones, de la Fundación Barrié de la Maza, y en el que se llevó a cabo una aplicación integral en materia de informática y enseñanza.

Como ya se ha indicado, la transmisión de datos recibió este nombre para diferenciarla de la transmisión de la voz, pero con el proceso de integración ha ido perdiendo relevancia. Su evolución habría que buscarla en otros capítulos de esta obra, y muy en particular en el dedicado a la telefonía móvil, pues todo parece indicar que evolucionamos hacia redes utilizadas en movilidad.

## Bibliografía

- Arroyo, Luis (2005). *100 años de informática y telecomunicaciones-España siglo xx*. FUNDETEL. Citema: Fondo bibliográfico y documental.
- CMT (1997-2005) *Informe anual*. Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.
- Dirección y Progreso (1984) «El desafío de la informática». *Dirección y Progreso*, Septiembre/Octubre 1984, número 77.
- Entrevistas y documentación propia.
- Fundación Auna (2005). *España 2001 a 2005*. Fundación Auna.
- Generalitat de Catalunya (1984) *Llibre blanc de l'electrònica i la informàtica a Catalunya*. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- ITU (2003). *World Telecommunications Development Report 2003*. ITU
- MINER (1980) *La industria de servicios y consulta en informática en España*. MINER.
- MINER (1982). MINER.
- MINER (1983) *Directrices para la elaboración de un Plan Electrónico Nacional*. MINER.
- MINER (1984) *Plan Electrónico e Informático Nacional*. MINER.
- Presidencia del Gobierno (1979). *Conferencia SPIN 1978*. Presidencia del Gobierno
- Price Waterhouse *Informe de la situación de la legislación española en telecomunicaciones*
- Telefónica (2000-2004). *La sociedad de la información en España 2000 a 2004*. Telefónica.



A lo largo de la historia pocos avances tecnológicos han inferido tanto y en tan poco tiempo en la vida, comportamiento y forma de hacer las cosas de las personas y de las organizaciones, como lo está haciendo Internet.



## La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de Internet en España

José Manuel Huidobro Moya  
Miguel Ángel Sanz Sacristán

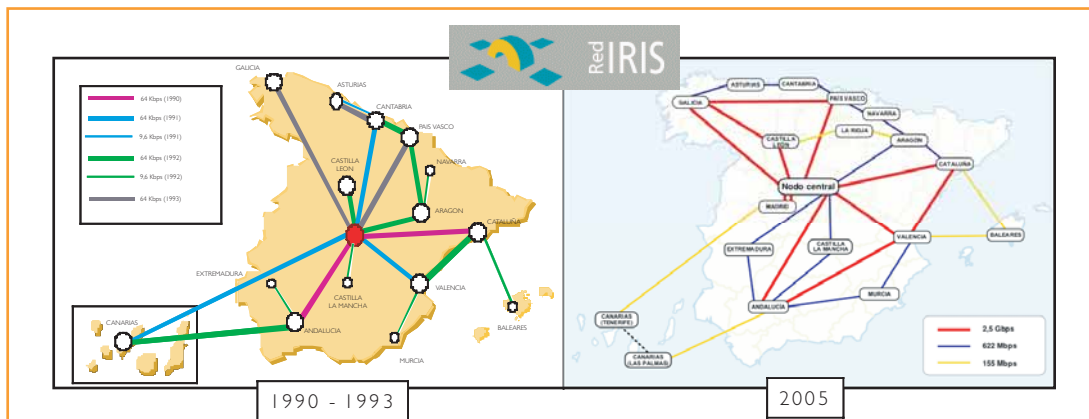
## Introducción

A lo largo de la historia de la humanidad pocos avances tecnológicos han influido tanto y en tan poco tiempo en la vida, comportamiento y forma de hacer las cosas de las personas y de las organizaciones, como lo está haciendo Internet.

En la segunda mitad del siglo XX los avances en el campo de la microelectrónica, la informática, las redes de fibra óptica y la tecnología de transmisión digital posibilitaron la aparición y el desarrollo de Internet que, junto con otras innovaciones recientes como la telefonía móvil celular, ha significado un paso de gigante en la contribución de las telecomunicaciones hacia la creación de la sociedad de la información y del conocimiento, también denominada «aldea global» por conformar una nueva visión del espacio-tiempo, donde, de forma virtual y por medios telemáticos, las distancias y los tiempos se acortan, haciendo «más pequeño» el mundo en el que vivimos y «más próximos» a sus habitantes, con independencia de su localización geográfica.

Gracias a las investigaciones en redes de datos basadas en el concepto de conmutación de paquetes llevadas a cabo en los años sesenta y a su aplicación práctica durante la década de los setenta, en el marco de la red ARPANET, se fueron sentando las bases de una tecnología abierta para la interconexión de equipos informáticos que alcanzaría su madurez en los años ochenta, con la creación de las piezas fundamentales de la familia de protocolos de comunicaciones TCP/IP (IP, TCP, UDP, ICMP, DNS, etc.) y el nacimiento de Internet como red global de interconexión de redes basadas en la tecnología TCP/IP. Con el tiempo, los protocolos TCP/IP se han impuesto como el estándar «de facto» para la interconexión de sistemas e Internet se ha convertido en la mayor red de ordenadores del mundo, rebasando los límites del mero fenómeno tecnológico, para convertirse en una auténtica revolución de alcance mundial, con influencia creciente en todos los aspectos de la vida moderna.

Aunque en sus comienzos se encontraba prácticamente circunscrita a Estados Unidos, pronto la nueva tecnología-filosofía de comunicaciones se fue introduciendo en Europa por medio, sobre todo, de las universidades y centros de investigación. Las redes académicas y de investigación europeas (surgidas en su mayor parte a mediados de los años ochenta), que en sus orígenes ofrecían casi exclusivamente servicios de comunicaciones basados en los protocolos OSI (X.25, X.400, X.500, etc.), tuvieron que adaptarse a las nuevas demandas de sus organizaciones usuarias y empezaron a ofrecer servicios de interconexión de redes locales TCP/IP con acceso a Internet.



Infraestructura de la red inicial (izquierda) y actual (derecha) de RedIris, la Red Académica y de Investigación Nacional, que jugó un papel clave en la introducción y desarrollo de Internet en España. (Fuentes: Miguel A. Sanz y RedIris, respectivamente)

En España, en el año 1988, el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo puso en marcha la red académica y de investigación nacional, como un programa horizontal especial, el Programa IRIS (que a partir de 1991 pasó a denominarse RedIRIS), para la provisión de servicios telemáticos avanzados con conectividad global a la comunidad investigadora española, en estrecha coordinación con otras redes de investigación europeas. Al igual que otras redes académicas de nuestro entorno y en respuesta a la fuerte demanda por parte de un gran número de universidades y centros de investigación españoles, RedIRIS puso en marcha entre 1990 (fase experimental) y 1991 (fase operativa) su servicio de interconexión de redes de área local IP con acceso a Internet (también conocido como SIDERAL o Servicio Internet de RedIRIS). Este hecho marca el comienzo de la historia en España de Internet, una historia breve pero apasionante para todos sus protagonistas que, a día de hoy, son más de 14 millones de usuarios (más de un tercio de la población española).

Este capítulo pretende ser una versión corta y, por tanto, necesariamente incompleta, de la historia de Internet en España<sup>1</sup>, que, como toda historia que se precie, va necesariamente acompañada de su contexto (orígenes y evolución de Internet a nivel mundial y europeo) y de su prehistoria (antecedentes y redes precursoras de Internet en España). Previamente, nos detendremos en exponer de forma breve qué es lo que entendemos por «Internet», las claves de su éxito arrollador y el impacto que está teniendo en nuestras vidas y el mundo que nos rodea.

## ¿Qué entendemos por Internet?

La palabra *internet* es el resultado de la unión de dos términos: *inter*, que hace referencia a enlace o conexión y *net* (*network*) red, que significa interconexión de redes. Es decir, internet (con minúscula de nombre común) no es otra cosa que una conexión integrada de redes de ordenadores o un conjunto de redes interconectadas. Según esta definición es posible la existencia de muchas «internets» (es decir, redes que interconectan otras redes). Sin embargo, cuando hablamos de Internet (con mayúsculas de nombre propio) nos estamos refiriendo a una «internet» muy concreta y especial, que no puede ser descrita únicamente desde una perspectiva tecnológica.

Desde un punto de vista meramente técnico, se puede definir Internet como un inmenso conjunto de redes de ordenadores que se encuentran interconectados entre sí, mediante un mismo lenguaje de comunicaciones, dando lugar a la mayor red de redes de ámbito universal. La característica primordial de Internet es la de ser un sistema universal de comunicaciones capaz de acomodar la más absoluta diversidad, permitiendo que todo tipo de equipos, de todo tipo de fabricantes, puedan comunicarse entre sí de forma transparente, mediante el empleo de todo tipo de tecnologías y medios de transmisión. El aglutinante que hace posible aunar

<sup>1</sup> Para una versión mucho más completa y detallada de esta historia, incluyendo el estudio exhaustivo de los hechos que llevaron al diseño y posterior desarrollo de la tecnología que soporta Internet, la prehistoria de la red y su evolución en EE.UU. y en España, así como entrevistas realizadas a 64 pioneros de la red, se recomienda consultar la tesis del Dr. Andreu Veà i Baró *Historia, Sociedad, Tecnología y Crecimiento de la Red. Una aproximación divulgativa a la realidad más desconocida de Internet*, disponible en: <http://www.tdx.cesca.es/TDX-1104104-101718/>.

semejante diversidad es el conjunto de normas y lenguajes comunes de comunicación entre sistemas, conocido como familia de protocolos TCP/IP, con el versátil y «todoterreno» protocolo IP en sus cimientos, conformando una red de conmutación de paquetes, como pieza clave sobre la que se construye toda la Internet y su éxito.

Por medio de un conjunto de componentes de hardware y software, se crearon y continúan desarrollándose numerosas herramientas y aplicaciones de toda índole que son aprovechadas para diferentes fines en la comunicación entre equipos y entre éstos y sus usuarios.

Cuando nos elevamos por encima de componentes y protocolos y nos damos cuenta de que, en la mayoría de los casos, por encima de cada ordenador conectado en cada una de esas redes hay seres humanos ávidos de información y de comunicación con otros seres humanos, es cuando empezamos a comprender la verdadera dimensión del fenómeno Internet, que no es tanto técnica sino, sobre todo, humana y social<sup>2</sup>.

De esta forma, los usuarios de cualquier ordenador en cualquiera de estas redes interconectadas en Internet pueden utilizar numerosos servicios comunes y compatibles para comunicarse con cualquier otro usuario o para acceder a la información o recursos de otro ordenador conectado en cualquier otra parte del mundo. Así, por medio de Internet, sin necesidad de desplazamientos, millones de personas tienen acceso casi instantáneo a la mayor fuente de información que jamás haya existido, al mismo tiempo que se comunican entre sí de una forma sumamente ágil, potente y eficaz.

Este enorme y continuo transvase de información, conocimientos y experiencias entre millones de individuos de todo el planeta es lo que ha provocado que Internet constituya en nuestros días un auténtico fenómeno sociocultural, que está transformando el mundo más rápido que ninguna otra invención o revolución tecnológica o industrial en el pasado.

## Claves del éxito de Internet

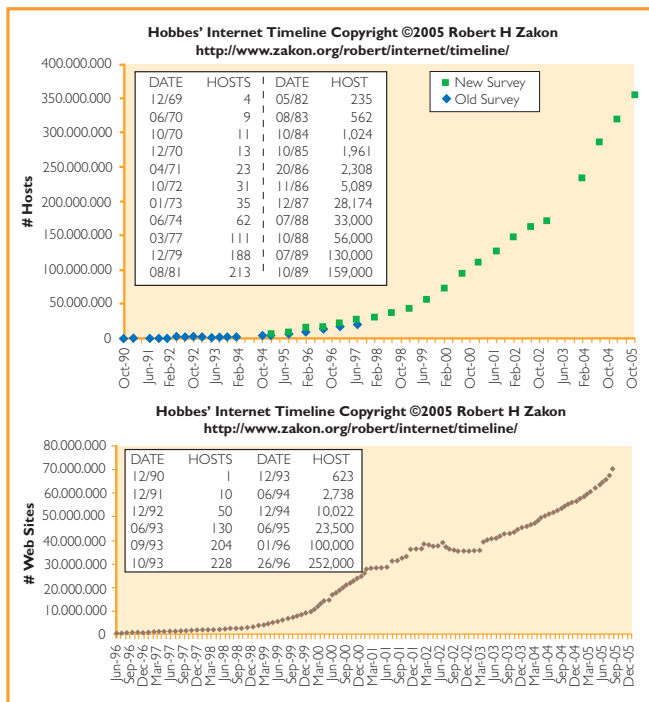
El éxito de la tecnología de Internet ha sido enorme, desbordando hasta las más optimistas previsiones de sus desarrolladores. En la actualidad se estima en más de 950 millones el número de usuarios de Internet en el mundo (el 15 por 100 de la población mundial) y que la conectividad Internet alcanza a más de 350 millones de ordenadores. Desde principios de los años noventa, casi todos los parámetros de Internet crecen a un ritmo exponencial. La rapidez de implantación de algunas aplicaciones como el WWW (más de 70 millones de servidores web y decenas de miles de millones de páginas web existentes en la actualidad) no tiene parangón en la historia de las comunicaciones.

Otro fenómeno que se ha producido a lo largo de la década de los noventa es el de la universalización de Internet, tanto en el aspecto geográfico como en el del perfil de sus usuarios. Salvo contadas excepciones, todos los países del mundo disponen hoy de conectividad con Internet (aunque el grado de penetración entre la población es muy variable de unos países a otros, en directa relación con su grado de desarrollo). En cuanto al tipo de usuarios, hace ya mucho tiempo que Internet dejó de ser un reducto de científicos e investigadores, perteneciendo ahora la inmensa mayoría de usuarios al ámbito residencial, profesional, empresarial, comercial, gubernamental, etc.

Las claves del éxito hay que buscarlas en toda una conjunción de factores y aciertos relacionados con cuatro aspectos muy diversos: técnicos (donde claramente destaca el acierto de la apuesta inicial por la tecnología de conmutación de paquetes y el protocolo IP), organizativos (acierto en los mecanismos y procedimientos establecidos para gestionar de for-

2 Un ejemplo paradigmático de esto ocurrió en la primitiva red ARPANET, precursora de Internet, donde la mayor parte del tráfico acabó siendo de correo electrónico entre los propios científicos e investigadores de las instituciones conectadas, para sorpresa de ellos mismos. Poco podía imaginarse Ray Tomlinson, cuando meditaba sobre un programa de mensajería electrónica durante el otoño de 1971, el éxito que llegaría a tener el e-mail y el símbolo @ (arroba) que iba a utilizar para distinguir entre direcciones de buzones en su propia máquina y aquellas otras remotas en la red. Así, sin plantárselo ni tenerlo previsto, el éxito de su correo electrónico fue instantáneo y sorprendente. Tan sólo dos años después, el 75 por ciento del tráfico de ARPANET consistía en correos electrónicos. Cinco años más tarde, en 1976, los diseñadores y constructores de ARPANET comprobaban que una de las razones del éxito de la red era el correo electrónico, cuando sus objetivos y previsiones iniciales eran muy distintos y pensaban más en las necesidades de comunicación entre máquinas, que entre los usuarios de esas máquinas.



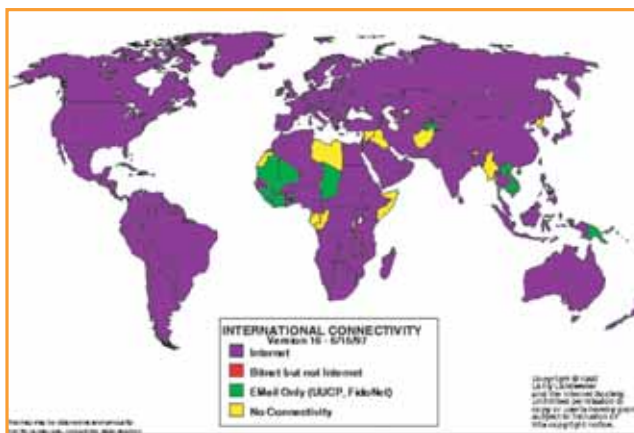


ma sencilla una infraestructura operativa, global y compleja), sociales (acierto para conseguir crear una amplia comunidad de internautas trabajando juntos y con verdadero entusiasmo para crear y hacer evolucionar la tecnología desde el principio hasta nuestros días, dentro de un marco cooperativo ejemplar y contagioso, sin precedentes en la historia del hombre) y comerciales (acierto en una transición enormemente efectiva desde los restringidos entornos académicos y de investigación iniciales, hacia una infraestructura ampliamente desarrollada y disponible a gran escala y en los más diversos entornos).

Crecimiento del número de ordenadores (arriba) y de servidores Web (abajo) conectados a Internet a lo largo de toda su historia

De forma más detallada, entre los factores que más han contribuido al éxito de la tecnología TCP/IP y de Internet, destacan los siguientes:

- La filosofía práctica en el desarrollo y adopción de normas, que podría resumirse en la frase: «Desarrollar primero, estandarizar después».
- El marco altamente participativo y cooperativo (IETF<sup>3</sup>, ISOC<sup>4</sup>, W3C<sup>5</sup>, etc.) que ha propiciado una evolución ágil frente a nuevos problemas y retos tecnológicos.
- Una arquitectura de comunicaciones extraordinariamente abierta, simple y flexible a la vez, sustentada en el protocolo de nivel de red IP, que permite su empleo sobre todo tipo de medios y tecnologías de trans-



Mapa de conectividad Internet internacional en 1997. Se aprecia como casi la totalidad del planeta tiene acceso a internet (Fuente: Larry Landweber & Internet Society)

3 IETF (Internet Engineering Task Force): responsable principal del desarrollo de los estándares de Internet. Se trata de un foro de participación voluntaria donde se discute y trabaja sobre los diversos aspectos técnicos de Internet. Se organiza en áreas de actividad cada una de las cuales engloba diversos grupos de trabajo (WGs), cuya principal cualidad es la de estar abiertos a todo aquel que tenga algo que aportar y ganas de trabajar (generalmente ingenieros de alta cualificación y siempre a título particular aunque sean enviados por sus respectivas instituciones o empresas). El IETF celebra tres reuniones anuales de una semana de duración, aunque la mayor parte del trabajo es llevado a cabo a través de los propios medios electrónicos proporcionados por Internet: listas de distribución de correo electrónico, publicación de borradores y documentos vía FTP y WWW, etc.

4 ISOC (Internet Society), es una sociedad profesional internacional sin ánimo de lucro, formada por individuos y organizaciones de todos los sectores involucrados de una u otra forma en la construcción de la Internet (usuarios, proveedores, fabricantes, desarrolladores, etc.). El principal objetivo de la ISOC es fomentar el avance y difusión de Internet a nivel mundial, preocupándose asimismo de los aspectos sociales y políticos derivados de su uso. También se encarga del desempeño de actividades de importancia crítica como son el desarrollo de los estándares (dando cobertura legal al IETF y demás órganos relacionados), la coordinación en temas de investigación y la cooperación con otros organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y la Organización de Naciones Unidas (ONU).

5 W3C (World Wide Web Consortium): el desarrollo e implantación masiva de la aplicación World Wide Web trajo consigo en su momento a toda una nueva comunidad de usuarios y desarrolladores, muchos de estos últimos no habituados a la forma de trabajo del IETF. Este factor, unido a la extremada rapidez de los desarrollos del WWW en un entorno de complicados intereses comerciales (lo que ponía en peligro la compatibilidad de las diferentes implementaciones), hizo necesario en 1994 la creación de una nueva organización, el W3C, con la difícil responsabilidad de coordinar la adecuada evolución de los diversos protocolos y estándares relacionados con el WWW (HTTP, HTML, etc.). El W3C ha estado liderado desde su creación por Tim Berners-Lee (inventor del WWW).

misión (Ethernet, X.25, FDDI, Frame Relay, RTC, RDSI, ATM, SDH/SONET, etc.) y su adaptación a todo tipo de plataformas y sistemas operativos de cualquier fabricante.

- El surgimiento de multitud de aplicaciones normalizadas y cada vez más atractivas que explotan la tecnología (de la que han sido una parte integrante fundamental desde el principio).
- La introducción del Sistema de Nombres de Dominio o DNS<sup>6</sup> como mecanismo escalable y eficiente de asociación de nombres a direcciones numéricas.
- El abaratamiento del coste de las comunicaciones de larga distancia debido a la compartición de líneas y recursos.
- La conectividad universal (con cada nuevo usuario conectado o con cada nueva información accesible, aumenta el valor de Internet).
- Buen rendimiento general del sistema (debido, entre otros, a mecanismos como el de control de flujo de TCP para adaptar las transmisiones a las disponibilidades).
- La atracción de los más diversos sectores (académicos, científicos, comerciales, profesionales, culturales, de la administración, de ocio, etc.), lo que ha convertido a Internet en una colección de comunidades virtuales que traspasan las barreras políticas y geográficas.

A pesar de su indudable triunfo sobre otras arquitecturas de comunicaciones, conviene resaltar que seguramente los protocolos TCP/IP no sean los más perfectos desde el punto de vista técnico. Si hubiera que destacar tres motivos por los que la arquitectura TCP/IP se ha impuesto entre los usuarios finales frente a otras alternativas potencialmente mejores, éstos serían:

- La documentación pública y gratuita de los documentos básicos (RFCs, STDs, BCPs, FYIs, etc.)<sup>7</sup>, especialmente de las especificaciones de los protocolos.
- El desarrollo de infinidad de software gratis o barato para las plataformas más populares.
- La independencia respecto de cualquier fabricante.

Entre los factores anteriormente mencionados que han permitido la expansión del fenómeno de Internet, sin duda el más importante es el del elevado grado de cooperación entre sus integrantes. Si bien es cierto que se ha contado con cuantiosas subvenciones estatales (sobre todo en las fases iniciales de desarrollo), también lo es el hecho de que ha habido numerosos individuos e instituciones que han colaborado voluntaria y desinteresadamente en el desarrollo de nuevos procedimientos y aplicaciones, cuyo uso se ha ido extendiendo porque muchas otras personas han tenido acceso público a la correspondiente documentación y software, y han podido así aportar sus críticas, sugerencias, pruebas y mejoras. La etapa de comercialización masiva desde mediados de los años noventa, con fuertes inversiones del sector privado (aunque muchas veces fueran de tipo especulativo), hicieron el resto.

En ese sentido hay que reseñar una diferencia fundamental entre la forma de elaborar estándares en Internet y los de los organismos oficiales de normalización como ISO (International Organization for Standardization). En éste las distintas comisiones técnicas discuten propuestas complejas y muy elaboradas que luego elevan a los niveles superiores de decisión. El pro-

6 El DNS (Domain Name System) es el sistema empleado en Internet para poder asignar y usar globalmente nombres unívocos para referirse a los equipos conectados a la red. De esta forma, usuarios humanos y aplicaciones pueden emplear nombres de DNS en lugar de direcciones numéricas IP. Esto presenta grandes ventajas, al ser mucho más cómodo y memorizable para los humanos el uso de nombres frente al uso de números y al permitir a una organización independizar el nombre de máquinas, servicios, direcciones de correo electrónico, etc., de las direcciones numéricas concretas que en un determinado momento puedan tener sus equipos en función de aspectos cambiantes tales como la topología de la red o el proveedor de acceso a Internet.

7 Todas estas siglas hacen alusión a distintos tipos de documentos, entre los que destacan los RFC (Request For Comments), que tienen su origen en el procedimiento informal de publicación de notas técnicas para su rápida difusión entre los desarrolladores de ARPANET. Aunque las reglas para publicar RFC se han ido formalizando, el efecto de realimentación positiva de ideas sigue siendo el mismo. Los RFCs pueden ser de varios tipos:

- Documentos que no definen estándares: RFCs informativos, experimentales, o históricos.
- Documentos que definen y normalizan prácticas comúnmente aceptadas como la mejor forma de realizar determinadas operaciones o funciones en Internet: RFCs de categoría BCP (Best Current Practice).
- Documentos que definen estándares o que se encuentran en proceso de estandarización: RFCs de categoría STD (Internet Standard), DS (Draft Standard) o PS (Proposed Standard).

Los RFCs están numerados correlativamente para su mejor identificación, existiendo subconjuntos de RFCs especiales que, además de su correspondiente número de RFC, reciben una numeración independiente dentro de la subserie correspondiente. Aparte de los STDs y BCPs, ya mencionados, otro subconjunto de RFCs muy útil de cara a los usuarios nuevos es el de los FYI (For Your Information), que incluye documentos que recopilan información introductoria y de estilo tutorial acerca de Internet y su tecnología.

blema está en que durante ese proceso, en el que normalmente hay que consensuar diversos intereses encontrados, la tecnología avanza de forma imparable, y del mismo modo crecen las demandas y exigencias de los usuarios. Mientras tanto se espera que los fabricantes desarrollen productos para un mercado que no ven claro. En Internet, por el contrario, se ha seguido un proceso inverso: primero desarrollar, luego probar y después normalizar. De este modo, cuando un estándar llega a ser estable ya hay productos que lo implementan; el mercado ha surgido de forma natural.

En resumen, la estrategia de Internet ha ido de abajo arriba, por el impulso que han dado los propios usuarios al desarrollo y mejora del servicio, por la colaboración entre múltiples grupos e instituciones, y por la ausencia de innecesarias trabas de tipo burocrático y administrativo.

## Impacto de la revolución de Internet

Aún con la reducida perspectiva temporal que proporcionan los todavía escasos años transcurridos desde su creación y posterior difusión masiva, hoy nadie duda que Internet representa una revolución total en materia de comunicación, difusión e intercambio de información y de ideas comparable a lo que en su día supuso la invención de la imprenta. Incluso mucho más potente que ésta, al conseguir superar las anteriores barreras espaciales y temporales, derivadas de las limitaciones del soporte material, mediante el manejo electrónico de cualquier tipo de información y su transporte instantáneo hacia o entre personas interesadas en acceder o intercambiar esa información desde cualquier sitio en que se encuentren.

A medida que se extiende su grado de penetración en todos los países desarrollados y en vías de desarrollo, Internet impacta directa e indirectamente en los más diversos órdenes de la sociedad: economía, comercio, educación, investigación, política, finanzas, cultura, prensa y medios de comunicación, arte, ocio, salud, hogar, etc., provocando un efecto de realimentación positiva imparable: a más usuarios de Internet mayor impacto transformador en los diversos sectores de la sociedad, que tienen que adaptarse a la nueva realidad post-Internet y que, tras los cambios, atraen u obligan a los «rezagados» a incorporarse como nuevos usuarios. Es lo que se denomina el «efecto red»: cuanto mayor es el número de servicios, sistemas y usuarios de una red de cualquier tipo, más valiosa es y más rápido crece, o dicho de otra forma, una comunidad grande tiende a hacerse más grande por sí misma. Internet es seguramente el ejemplo más paradigmático de este fenómeno que jamás haya existido.

En un mundo donde, cada vez más, la información constituye la base de la riqueza y del poder, la universalización y la «democratización» de su accesibilidad e intercambio que proporciona Internet, constituyen no sólo una revolución desde el punto de vista tecnológico, sino también una revolución social que, aún estando todavía en sus albores, está cambiando mentalidades y aumentando las posibilidades de conocimiento y desarrollo de los individuos y los pueblos.

Los gobiernos y autoridades de la mayoría de países del mundo son conscientes de la trascendencia del momento en el que nos encontramos y de que, aspectos tan importantes como la competitividad y la productividad de sus respectivas economías, dependen en buena medida del grado de implantación y desarrollo de la sociedad de la información sustentada por Internet. No en vano, gracias a Internet, trámites, gestiones, necesidades de acceso e intercambio de información de todo tipo que antes llevaban días, semanas o incluso meses conseguir, pueden ahora completarse en pocos segundos, minutos u horas, desde la propia casa, la oficina, la fábrica o, incluso, desde cualquier lugar o medio de transporte donde viajemos, mediante el empleo combinado de Internet y las tecnologías de comunicación móviles.

Buena prueba del efecto transformador que ha supuesto Internet es el hecho de que las personas que llevan ya años utilizando a diario Internet para sus actividades profesionales o personales, tienen que hacer en muchos casos un esfuerzo de memoria para recordar cómo y en cuánto tiempo conseguían hacer antes las mismas cosas que ahora hacen habitualmente a través de Internet, de forma mucho más ágil, rápida, eficiente y, en definitiva, producti-

va. Fijémonos en algunos ejemplos significativos de cómo Internet está cambiando en poco tiempo la forma de hacer las cosas:

- El envío físico de información impresa en informes, dossiers, publicaciones, etc., va siendo reemplazado por el acceso a la información vía web, con sus innumerables ventajas de actualización permanente, inmediatez de acceso, enlazamiento de contenidos mediante hipertexto (superando las limitaciones del acceso secuencial tradicional), riqueza de contenidos gracias a la combinación de todo tipo de formatos (texto, imágenes, audio, vídeo, mundos virtuales en 3D, etc.) y grandes facilidades para la rápida localización de la información necesaria mediante potentes sistemas de indexación y búsqueda.
- En la comunicación interpersonal asincrónica, la utilización del correo electrónico está desplazando a marchas forzadas al correo postal e incluso al fax. El intercambio de cartas por correo ordinario disminuye en todos los países del mundo a medida que aumenta la penetración de Internet y el uso del correo electrónico a ella asociado<sup>8</sup>. El correo electrónico juega con la ventaja de mover bits en lugar de átomos, permitiendo, entre otras muchas cosas positivas, la instantaneidad de comunicación entre emisor y receptor, incomparable con la lentitud física del correo postal, al que los usuarios veteranos de Internet designan despectivamente como *snail-mail*, es decir, «correo-caracol».
- En la comunicación interpersonal síncrona, la mensajería instantánea y la audio y videoconferencia por Internet están facilitando la comunicación en tiempo real y a muy bajo coste entre las más diversas comunidades de usuarios, facilitando la cooperación a distancia, el teletrabajo y la teleprestación de todo tipo de servicios, así como la comunicación entre familiares, amigos, compañeros e incluso entre desconocidos, provocando cambios en las relaciones sociales y en multitud de aspectos que afectan a la vida cotidiana de las personas, las familias y las organizaciones. Muchos de estos nuevos servicios suponen medios alternativos al del teléfono para el mismo fin. Incluso el sistema telefónico tradicional actualmente vigente se está viendo cada vez más influido y afectado por la aparición de la telefonía IP y el transporte masivo y barato del tráfico telefónico, tanto nacional como internacional, a través de redes IP y de Internet.

A la pregunta de «¿para qué sirve Internet?» es difícil dar una respuesta simple y concisa, al ser tantas las cosas que Internet permite hacer (y antes no era posible) o que permite hacer de forma mucho más sencilla y ágil que antes. Sin pretender ni mucho menos ser exhaustivos, sino tan sólo ofrecer algunas pinceladas de entre las miles de utilidades que sería posible citar, con Internet se puede, por ejemplo:

- Comunicarse con cualquier persona o entidad del mundo, casi de manera instantánea.
- Obtener información rápida sobre cualquier tema.
- Transmitir cualquier tipo de datos, a cualquier lugar y a múltiples destinos de forma simultánea.
- Viajar virtualmente (no físicamente sino a través del PC) de un país a otro en pocos minutos y hacerlo a la medida de nuestros intereses que pueden variar a cada instante (en contraposición con los viajes «virtuales» de contenido fijo proporcionados por un documental, libro o revista).
- Leer las noticias y artículos de los principales diarios y revistas de cualquier lugar del planeta.
- Responder a una encuesta.
- Estudiar los destinos y hacer reservas de avión, barco, tren y hotel, cuando se piense viajar «físicamente».
- Realizar una transferencia bancaria.
- Participar en el fructífero y enriquecedor intercambio de conocimiento y experiencias de comunidades de usuarios, reducidas o multitudinarias, con intereses afines a los nuestros.

<sup>8</sup> A nivel mundial hace ya años que el número de correos electrónicos superó al de envíos postales ordinarios. Así, se estima que en enero del 2001 se enviaron diariamente 1.470 millones de correos electrónicos en todo el mundo, mientras que el número de envíos postales ordinarios se estimaba en 570 millones al día.

- Establecer y/o mantener todo tipo de relaciones profesionales, familiares, de amistad, etc., sin importar la distancia.
- Comprar, vender, anunciar, promocionar, etc., todo tipo de productos y servicios.
- Escuchar música y observar vídeos.
- Pujar en una subasta. Jugar a la lotería.
- Realizar todo tipo de gestiones con las Administraciones Públicas. Pagar un impuesto o una multa.
- Votar en elecciones de toda índole y, potencialmente, poderlo hacer mucho más a menudo y sobre muchos más temas que en la actualidad (asociaciones, colegios profesionales, sindicatos, cooperativas, comunidades de propietarios, partidos políticos, etc.).
- Realizar cursos y aprender todo tipo de materias a distancia.
- Realizar experimentos y prácticas en un laboratorio del otro lado del mundo.
- Grabar, imprimir y copiar información de audio, vídeo y texto.
- Orientar y recibir las observaciones de un telescopio en la isla de La Palma desde un despacho en Oslo.
- Participar en vídeo juegos con personas ubicadas en otros lugares.
- «Sintonizar» cualquier emisora de radio o TV del mundo.
- Observar desde el trabajo cómo está jugando tu hijo en la guardería.
- Etc., etc., etc.

Como vemos, Internet ofrece, sin lugar a dudas, un mundo de infinitas posibilidades sin moverse de casa o de la oficina, o en cualquier lugar a través de dispositivos móviles o que dispongan de cualquier otro tipo de conexión a la red. Los límites están sólo en la imaginación de la gente que puebla este nuevo mundo virtual. Evidentemente, nos hemos centrado en relacionar algunas utilidades «positivas» de Internet que es en las que la inmensa mayoría de la gente emplea su imaginación y su tiempo, aunque también podríamos citar las utilidades «negativas» de Internet, en las que se afanan relativamente pocos usuarios (pero también de forma muy efectiva e imaginativa) y contra las que es preciso estar siempre vigilantes y prevenir de forma activa: robo y destrucción de información, diseminación de virus y troyanos, ataques de denegación de servicio, envío masivo de correo electrónico no solicitado o spam, distribución de pornografía infantil, timos, estafas, fraudes, etc.

## Orígenes y evolución de la tecnología TCP/IP e Internet

Poco se imaginaban los investigadores que a finales de los años sesenta trabajaban en un proyecto de red experimental para la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD), la repercusión tan trascendental que sus trabajos iban a tener en las décadas siguientes. El objetivo del proyecto era la construcción de un sistema de comunicaciones entre ordenadores altamente flexible, fiable y dinámico, que permitiera utilizar cualquier tipo de medio y tecnología de transmisión y que siguiera funcionando incluso ante la eventualidad de la destrucción de partes de la red. Así, a finales de 1969 nació la red ARPANET, auténtica precursora de la posterior Internet, interconectando cuatro superordenadores situados en distintas localizaciones de los Estados Unidos, mediante el empleo de líneas dedicadas de 56 kbps, con la aplicación práctica del por entonces muy novedoso concepto de conmutación de paquetes<sup>9</sup>.

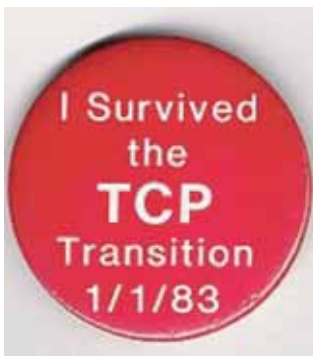
La red ARPANET creció de forma relativamente lenta durante la década de los setenta hasta llegar a conectar unos 100 ordenadores a principios de los ochenta. Su papel fundamental durante estos primeros años fue servir de banco de investigación, desarrollo, prueba y maduración de los pilares sobre los que se apoya Internet: las normas y lenguajes comunes que per-

<sup>9</sup> Los primeros estudios sobre redes de conmutación de paquetes fueron llevados a cabo, entre 1961 y 1968, por tres grupos de investigación diferentes que trabajaron en el tema, en paralelo y de forma independiente: J.C.R. Licklider en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), Paul Baran y otros en la corporación RAND y Donald Davies y Roger Scantlebury en el National Physics Laboratory del Reino Unido (NPL).

Manuscritos del año 1969 que recogen el esquema de red y el protocolo de comunicaciones originales de ARPANET

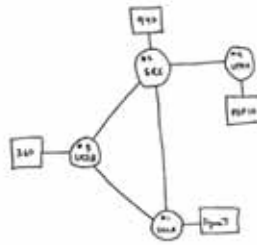


Tres de los grandes pioneros de Internet fotografiados en 1994 con motivo de la celebración del 25 aniversario de ARPANET. De izquierda a derecha: Jon Postel (máxima autoridad de Internet desde sus orígenes hasta su muerte en 1998), Steve Crocker (iniciador de los RFCs para documentar y compartir las especificaciones de Internet) y Vinton Cerf (co-diseñador de TCP/IP, junto con Rober Kahn)



Lema grabado en las camisetas de los pioneros que participaron en la migración histórica de los, por aquel entonces, 213 ordenadores de ARPANET a TCP/IP

miten la comunicación entre los distintos ordenadores conectados, conocidos en su conjunto como familia de protocolos TCP/IP<sup>10</sup>. La adopción oficial de éstos dentro de ARPANET, con la migración que tuvo lugar el día 1 de enero de 1983, supuso un hito histórico decisivo<sup>11</sup>.



24 Oct 69	2100	LEARED	CP. PROGRAM	CSK
		FOR	ESW BARBER	
			BYV	
22 '80		Talked to SRF		CSK
		Host to Host		
		Laptop imp program		CSK
		running after sending		
		a host load message		
		to imp		

Los enormes méritos de la tecnología embrionaria desarrollada en el seno de ARPANET no pasaron desapercibidos para distintas comunidades de usuarios, sumamente necesitadas de mecanismos que les permitieran interconectar su creciente y heterogéneo parque de equipos informáticos de una forma simple y potente a la vez. Así, pronto surgieron otras redes afines independientes, que también eligieron los protocolos TCP/IP para la comunicación entre sus ordenadores como CSNET (Computer Science NETWORK) y MILNET (red militar del Departamento de Defensa de los Estados Unidos)<sup>12</sup>. La interconexión mediante TCP/IP entre ARPANET, MILNET y CSNET, que tuvo lugar en 1983, se suele considerar como el momento histórico del nacimiento de la red de redes que es Internet<sup>13</sup>.

Durante los años ochenta se suceden una serie de factores clave en el posterior despegue de Internet. Entre los más destacados está el hecho de que en el incipiente sistema operativo UNIX, en gran auge ya por aquel entonces en los entornos académicos y de investigación norteamericanos, se integraran los protocolos comunicaciones TCP/IP como parte fundamental del mismo; de esta manera, al instalar el sistema operativo UNIX en un equipo, quedaba automáticamente instalada la parte de comunicaciones TCP/IP, con la consiguiente comodidad para los administradores de sistemas y usuarios, que no tenían por qué entretenerse en engorrosas tareas de instalación de software de comunicaciones adicional. Esto explica la rápida popularidad que la tecnología TCP/IP fue adquiriendo dentro de comunidad científica.

A mediados de los años ochenta numerosos fabricantes empiezan a sacar al mercado equipos que «hablan» TCP/IP, lo que acaba convirtiendo a estos protocolos en el estándar de facto para la interconexión de ordenadores heterogéneos, en contraposición con los protocolos privados dominantes hasta ese momento (SNA de IBM, DECnet de Digital, XNS de Xerox, IPX de Novell, etc.), que presentaban insalvables problemas en entornos multifabricante. Este hecho, unido a la proliferación de estaciones de trabajo y ordenadores personales (PCs) y de redes de área local (Ethernet, Token Ring, FDDI), que los interconectan en el ámbito de un edificio o campus, provocó un cambio de enfoque muy importante: de la necesidad de conectar al exterior únicamente los grandes ordenadores de las instituciones, se pasó a la necesidad de conectar redes locales enteras, facilitando así el acceso simultáneo al exterior a multitud de equipos informáticos por organización.

Un último factor decisivo para el despegue definitivo de Internet y su tecnología asociada fue el nacimiento en 1986 de la red NSFNET. La National Science Foundation estadounidense, con el objeto de facilitar a toda la comunidad científica el acceso a sus cinco grandes centros de supercomputación, y ante los impedimentos burocráticos para usar la red ARPANET para esta finalidad, decidió crear una red propia, basada en la tecnología TCP/IP, que acabaría

10 La primera especificación de TCP/IP fue publicada en 1974 por Vinton Cerf y Robert Kahn, como resultado del Proyecto Internetworking, iniciado un año antes por DARPA con el fin de investigar el problema de la interconexión de las distintas redes de conmutación de paquetes que, basadas en diferentes tecnologías y medios de transmisión (radio, satélite, ethernet), fueron surgiendo tras el éxito de ARPANET.  
 11 Antes de esa fecha coexistían una amalgama de protocolos incompletos e incompatibles, entre los que destacaba el protocolo de nivel de red NCP (Network Control Protocol), que fue eliminado de la red.  
 12 Alrededor del año 1980 también surgieron otras redes independientes que usaban protocolos de comunicaciones distintos a los TCP/IP, como USENET en 1979 (sobre protocolos UUCP) y BITNET en 1981 (enlazando ordenadores *mainframe* de IBM mediante tecnología propietaria). La mayoría de estas redes acabaron con el tiempo reconvirtiéndose a la tecnología TCP/IP e integrándose en Internet.  
 13 El término *internet* proviene de *internetworking* (o *internetworking*), es decir, de interconexión de redes o red de redes de ordenadores.

convirtiéndose en la espina dorsal de Internet durante muchos años. Dado su carácter abierto a toda la comunidad académica e investigadora, al contrario que otras iniciativas anteriores restringidas a comunidades cerradas de usuarios (como los expertos en computadores o los que trabajaban en el área de defensa), la NSFNET desencadenó una enorme demanda de conexiones, sobre todo por parte de las universidades. Por otra parte, una de las condiciones para que una universidad americana obtuviera la subvención de su acceso a Internet, era que dicho acceso estuviera a disposición de todos los usuarios cualificados del centro, con independencia de su disciplina.

Aunque el objetivo inicial de la NSFNET era la compartición de los costosos recursos de supercomputación, pronto las organizaciones conectadas descubrieron que disponían de un medio inmejorable de comunicación y colaboración entre ellas. El éxito de la NSFNET fue tal que hizo necesarias sucesivas ampliaciones de la capacidad de sus líneas troncales, teniendo



que ser multiplicada por treinta cada tres años: 56 kbps en 1986, 1,5 Kbps en 1989 y 45 Kbps en 1992. Estas líneas troncales interconectaban más de veinte nodos (inicialmente sólo seis) distribuidos a lo largo y ancho de la geografía de Estados Unidos. Los miles de centros

Red troncal de NSFNET entre 1992 y 1995. La NSFNET o red de la National Science Foundation, que conectaba a las universidades y centros de investigación de Estados Unidos, fue, entre mediados de los años ochenta y mediados de los noventa, la red más importante de Internet: estar conectado a ella era sinónimo de estar conectado a Internet. (Fuente: Miguel A. Sanz con información de Merit, empresa que gestionaba la NSFNET)

conectados por la NSFNET (universidades, centros de investigación, bibliotecas, museos, etc.) no accedían directamente a los nodos troncales, sino que lo hacían a través de una veintena de redes regionales intermedias<sup>14</sup>, creando una estructura jerárquica de tres niveles: red troncal, red regional, organización usuaria.

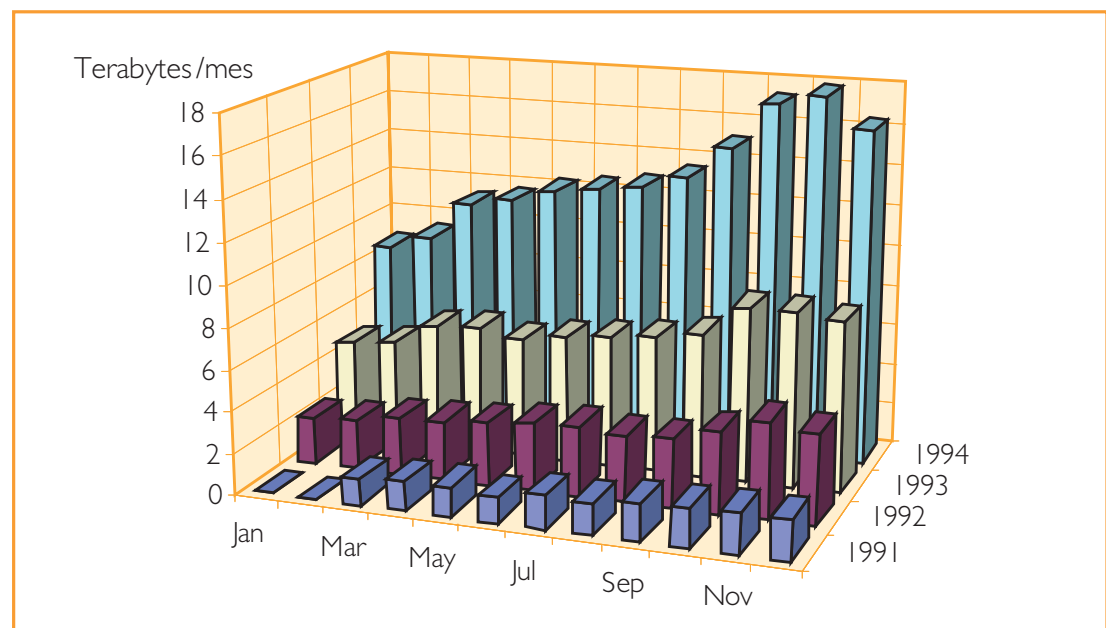
La NSFNET fue durante cerca de diez años la pieza más importante dentro del complejo entramado de redes que es Internet. Debido al gran número de las organizaciones que conectaba y los elevados anchos de banda de que disponía, la mayoría de redes TCP/IP que iban apareciendo por todo el mundo estaban sumamente interesadas en obtener la aprobación de la National Science Foundation para conectarse a ella<sup>15</sup>. Así, se fueron estableciendo cada vez más enlaces internacionales entre redes en Canadá, Europa, Australia y Japón y la NSFNET: estar conectado a la NSFNET acabó siendo sinónimo de tener conectividad global.

El enorme éxito de la NSFNET empezó a plantear serios problemas. A principios de los años noventa el interés del mundo comercial por explotar las potencialidades de la nueva tecnología comenzó a crecer inusitadamente. Empresas de todo tipo querían tener acceso a Internet, lo que por aquel entonces era sinónimo de conexión con la NSFNET, pero chocaban con las restricciones de uso no comercial<sup>16</sup> impuestas a ésta por el hecho de estar financiada con fondos públicos. Por otra parte, con tantas conexiones externas, la NSFNET acabó convirtiéndose en una red de tránsito internacional, en la que un porcentaje significativo del tráfico cursado por sus enlaces troncales no tenía ni origen ni destino en instituciones científicas norteamericanas.

Estas circunstancias, unidas a la imposibilidad técnica y financiera<sup>17</sup> de seguir aumentando indefinidamente los anchos de banda necesarios para poder hacer frente al explosivo crecimien-

14 BARRNet, CERFnet, MichNet, NYSERNet y SURAnet son algunas de estas redes regionales.  
 15 Esta aprobación era el denominado *NSFNET connected status*.  
 16 A estas restricciones se las conocía con el nombre de *NSFNET Acceptable Use Policy* (o AUP).  
 17 El coste de la NSFNET entre 1986 y 1995 fue de unos 200 millones de dólares.

Crecimiento del tráfico en NSFNET (1991-1994). Puesto que la NSFNET era la auténtica espina dorsal de Internet en esa época, se pueden considerar estadísticas del crecimiento del tráfico en Internet durante esos años. (Fuente: Miguel A. Sanz con datos de Merit)



to del tráfico en el troncal, hicieron que la administración estadounidense tomara la decisión de dismantlar la NSFNET para dar paso a un nuevo modelo más escalable, en el que la iniciativa privada cobrara un importante protagonismo. Para entonces la NSFNET había ya logrado el efecto catalizador que se pretendía: se había creado el suficiente interés comercial en la nueva tecnología como para que surgieran grandes empresas suministradoras tanto de servicios IP a escala nacional e internacional, como del hardware y software necesarios para la prestación de los mismos (routers, servidores, etc.). Había nacido toda una nueva industria en torno a Internet y la tecnología TCP/IP se había afianzado con fuerza en todo el mundo, sustituyendo o marginando a la mayoría de los restantes protocolos de comunicación entre ordenadores existentes, y convirtiéndose en el candidato número uno para soportar la infraestructura global de la información que estaba (y está aún) por venir.

El denominado proceso de comercialización o privatización de Internet (en realidad se trataba sólo de privatizar un elemento más, aunque muy importante, de ésta) culminó el 30 de abril de 1995 con la total desaparición del troncal de la NSFNET, aunque se venía planificando cuidadosamente desde hacía tiempo. El objetivo era crear un nuevo entorno arquitectónico en el que Internet no fuera tan dependiente de un único *backbone*<sup>18</sup> financiado con fondos públicos. En su lugar se pretendía crear un marco en el que fuera posible la coexistencia de múltiples backbones comerciales que prestaran sus servicios en régimen de competencia, garantizando eso sí, la estabilidad de Internet mediante los adecuados mecanismos de interconexión y coordinación. Todo ello en paralelo con el mantenimiento de fuertes inversiones públicas, centradas ahora en facilitar la transición al nuevo modelo arquitectónico, la investigación en tecnologías punta y el desarrollo de redes de altísima velocidad de transmisión.

La arquitectura que se diseñó entonces y cuya filosofía se mantiene vigente en nuestros días, es la que aparece representada en la figura siguiente<sup>19</sup>.

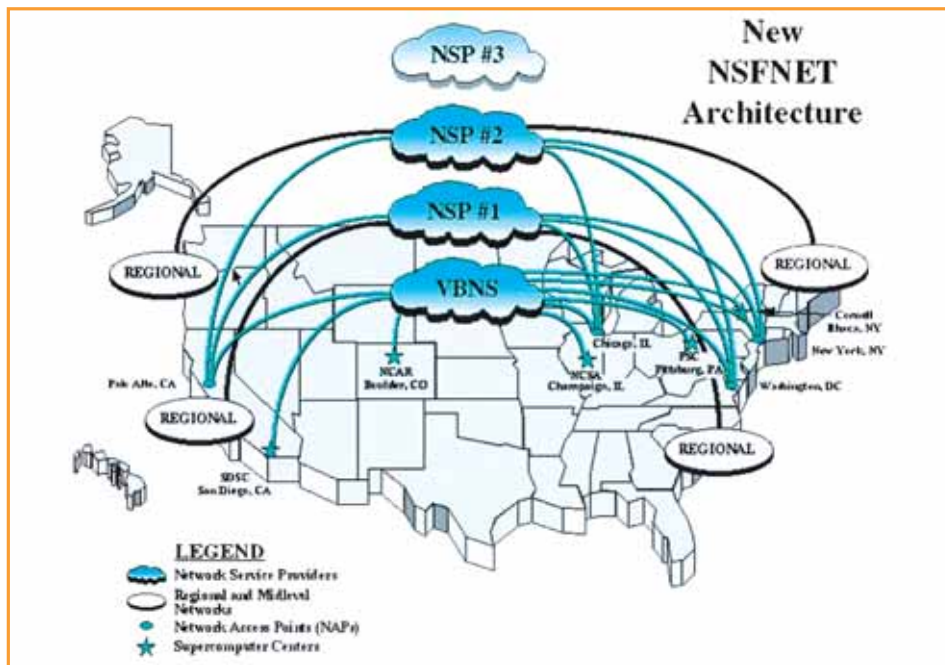
El modelo arquitectónico naciente estaba compuesto por los siguientes elementos:

- Un conjunto de puntos de interconexión o NAPs (Network Access Points). Inicialmente fueron cuatro, operados por otras tantas compañías: PacBell en San Francisco, Ameritech en Chicago, Sprint en Nueva York y MFS en Washington D.C.
- Un conjunto de proveedores comerciales de servicios de red IP de larga distancia o NSPs (Network Service Providers) para el transporte del tráfico a nivel nacional e internacional, que disponen de una red troncal de gran extensión y ancho de banda (mínimo 45 Kbps)

<sup>18</sup> Backbone es la parte central de la red de transporte y conmutación, también denominada como «core».

<sup>19</sup> Lo que se mantiene vigente es el modelo arquitectónico sumamente abierto diseñado, no la topología ni los componentes o participantes concretos iniciales.





Arquitectura post-NSFNET de Internet (año 1994 y posteriores), cuya filosofía y elementos de diseño se mantiene vigente en nuestros días. Desde su creación en el año 1986 y dado el carácter abierto que mantenía con los centros académicos de investigación, tuvo una fuerte demanda, sobre todo de las universidades. (Fuente: Merit)

y que se interconectan entre sí y con el vBNS en los NAPs. Inicialmente sólo cumplían estos requisitos MCI, Sprint y ANS.

- Un nuevo *backbone* de muy alta velocidad, bautizado como vBNS (very high speed Backbone Network Service), financiado por la National Science Foundation y operado por MCI, de acceso restringido a organizaciones con requerimientos elevados anchos de banda para aplicaciones científicas y de investigación.
- Un centro de arbitrio de encaminamiento o RA (Routing Arbiter), para el desarrollo y establecimiento de los necesarios mecanismos de coordinación en temas de encaminamiento global en Internet (bases de datos, registro de políticas de routing, herramientas de gestión, etc.). La compañía Merit Network Inc. se encargó de esta función como adjudicataria de un contrato de la National Science Foundation.

La transición al nuevo modelo fue promovida desde la administración norteamericana, mediante la aplicación selectiva de importantes cantidades de fondos públicos a través de la National Science Foundation. Así, además de financiar completamente la red vBNS y el Routing Arbiter, parte de los fondos anteriormente empleados en el troncal de la NSFNET fueron aplicados a subvencionar hasta 1999 la conexión de las redes regionales preexistentes a las nuevas redes troncales comerciales (NSPs). Las redes regionales podían usar esta subvención para conectarse al proveedor de su elección, basándose en criterios de calidad de servicio y precio, con la única condición de que el NSP elegido estuviera enlazado con los demás en los cuatro NAPs «oficiales». Gracias a esta inteligente estrategia la migración a la nueva arquitectura fue todo un éxito. Desde entonces han surgido muchos proveedores comerciales de servicios troncales y numerosos puntos de interconexión (aparte de los «oficiales») que, siguiendo el modelo de los NAPs, facilitan el intercambio de tráfico entre las distintas redes troncales.

La evolución de la infraestructura y los protocolos básicos de comunicaciones ha venido desde siempre acompañada del desarrollo de infinidad de aplicaciones cada vez más potentes, sofisticadas, útiles para los usuarios y sencillas de manejar, que son la razón primordial del gran auge de Internet. Así, en sucesivas etapas, han ido apareciendo y popularizándose entre los entusiastas usuarios de Internet toda una plétora de nombres y acrónimos de los distintos servicios (unos se han mantenido en el tiempo y otros acabaron quedando en el olvido tras comienzos más o menos fulgurantes): telnet, FTP, e-mail, News, X, IRC, MUD, Whois, Archie, Hytelnet, WAIS, Gopher, Veronica, WWW, audio y vídeo multicast (MBone), RealAudio, Internet phone, JAVA, VRML, P2P (Napster, Audiogalaxy, Kazaa, Grokster, Morpheus, eMule, eDonkey, Bittorrent, etc.), mensajería instantánea (ICQ, Yahoo! Messenger, MSN Messenger, AIM-Aol Ins-

tant Messenger, Google Talk, etc.), Telefonía por Internet (Skype, SIPPS, Ubifone, Google Talk, etc.) y un largo etcétera.

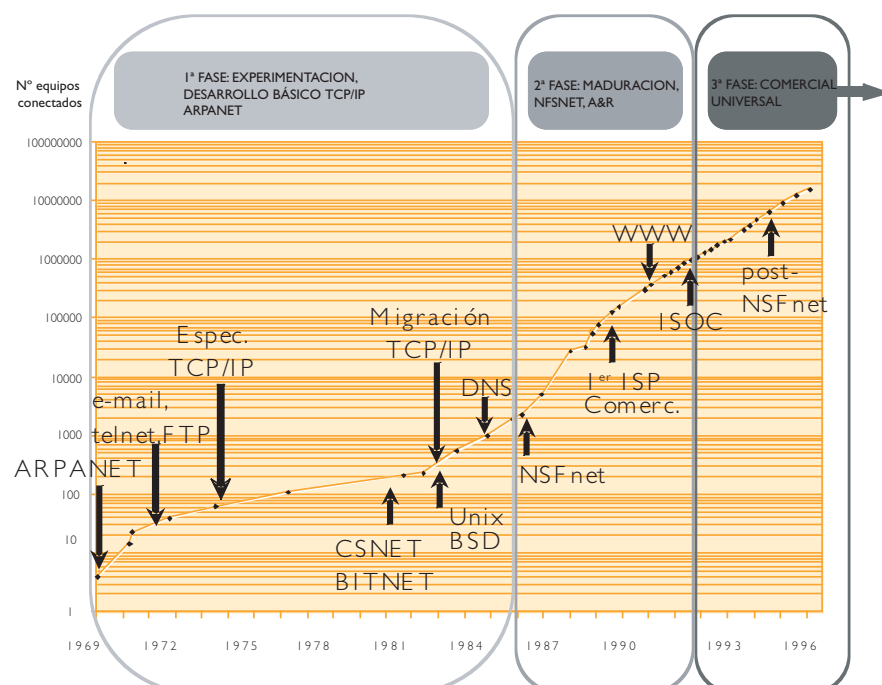
Algunas de estas aplicaciones han jugado un papel decisivo en la evolución de la propia Internet, como en el caso del correo electrónico (e-mail) en los comienzos o el WWW (World Wide Web) durante la fase de rápida expansión.

La historia de Internet es una historia de éxito sin precedentes. A lo largo de su existencia ha venido experimentando crecimientos exponenciales en todos sus parámetros: número de redes interconectadas, número de ordenadores accesibles, número de personas que la usan habitualmente, tráfico intercambiado, etc. En la figura siguiente se presenta la evolución cronológica hasta finales de los noventa del número de equipos conectados a Internet en relación con los acontecimientos históricos más influyentes. En la escala logarítmica se aprecia perfectamente el crecimiento exponencial mencionado y cómo algunos acontecimientos decisivos han acelerado incluso este crecimiento.

En la evolución de Internet se pueden distinguir tres fases claramente diferenciadas, tal y como aparece también reflejado en la figura:

- La primera fase, hasta mediados de los años ochenta, se centró en la experimentación y desarrollo de los fundamentos tecnológicos en el seno de ARPANET.
- La segunda fase, entre mediados de los ochenta y principios de los noventa, supuso la maduración de la nueva tecnología y su difusión a gran escala dentro de la comunidad científica y académica, gracias al impulso de la NFSNET. Durante esta fase comenzó la internacionalización del fenómeno Internet, con la conexión de los primeros países de fuera de los EE.UU. (entre ellos España en 1990/1991), y se sentaron las bases para la posterior prestación en régimen comercial de los servicios de Internet.
- En la tercera fase, que coincide con el «boom» de Internet desde mediados de los años noventa, se ha producido su difusión a todos los sectores y ámbitos de la sociedad, junto con su comercialización e internacionalización a gran escala.
- Podríamos incluso señalar una cuarta fase en la que nos encontraríamos actualmente, no representada en la figura, cuyo comienzo coincidiría con el fin de la «burbuja» especulativa de Internet (o «burbuja de las punto com»), a principios de esta década, en la que se observa un efecto beneficioso de consolidación y maduración del mercado, una vez superada la crisis que llevó a la bancarrota (con caídas espectaculares en su cotización bursátil) y desaparición a muchas empresas surgidas apresuradamente «a rebufo» de Internet.

Evolución cronológica del número de equipos conectados a Internet, desde sus orígenes hasta finales de los noventa, en relación con algunos de los acontecimientos históricos más influyentes en su desarrollo y éxito. En la escala logarítmica se aprecia el crecimiento exponencial y cómo algunos acontecimientos decisivos han acelerado este crecimiento (migración a TCP/IP, aparición del sistema operativo Unix con TCP/IP incorporado, creación del sistema de nombres distribuido (DNS), nacimiento de la NSFNET y del World Wide Web, etc.). (Fuente: Miguel A. Sanz)



En la actualidad Internet se mueve cada vez más por criterios económicos y empresariales típicos de una economía de libre mercado, aunque sin olvidar sus raíces en el mundo académico y de investigación, que se mantienen vigentes en muchos de sus aspectos esenciales, lo que es garantía de una correcta evolución de cara al futuro.

## El contexto europeo

Salvo algunas aportaciones esporádicas de instituciones o individuos aislados, la participación europea en las fases iniciales de desarrollo de la tecnología Internet fue prácticamente nula. Una excepción notable fue la de los influyentes trabajos del National Physics Laboratory (NPL) británico sobre el concepto de conmutación de paquetes. Fue precisamente en el NPL donde se acuñó el término «paquete» y donde se construyó el primer prototipo de una red de conmutación de paquetes en 1968. Otros pioneros en Europa fueron el University College of London de Inglaterra y el Royal Radar Establishment de Noruega, quienes ya en el año 1973 llevaron a cabo las primeras conexiones internacionales con la recién nacida ARPANET.

Sin embargo, a pesar de estas tempranas iniciativas, el verdadero interés por la tecnología desarrollada en los Estados Unidos no comenzó hasta la segunda mitad de la década de los ochenta.

Durante muchos años, los desarrollos llevados a cabo al otro lado del Atlántico se observaron desde Europa como un curioso experimento del Departamento de Defensa de los EE.UU.; interesante, pero sin mucho futuro. Menos aún después de que, a finales de los setenta, ISO (International Organization for Standardization) anunciara el comienzo de un proceso destinado a normalizar las comunicaciones de datos entre ordenadores. Este proceso culminó con la publicación en 1984 del Modelo de Referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (o modelo de referencia OSI), que abrió el camino para el desarrollo de toda una serie de protocolos estandarizados, que prometían acabar de una vez por todas con el engorroso problema de la falta de interoperabilidad en red entre equipos informáticos de distintos fabricantes. Los protocolos OSI, al estar bendecidos por el organismo oficial de normalización a nivel internacional, contaban con el apoyo incondicional de los estamentos gubernamentales y de las grandes multinacionales de todo el mundo, mientras que los protocolos TCP/IP se veían como el fruto de un grupo más o menos heterodoxo y bastante caótico de brillantes ingenieros e investigadores americanos.

Parecía claro que OSI era el futuro y que el TCP/IP se quedaría en un mero experimento de ARPANET. Al menos así se pensó en Europa y en gran parte del mundo<sup>20</sup>. Sin embargo, las promesas de los protocolos OSI no llegaron apenas a materializarse. Desde un punto de vista práctico, tan sólo el protocolo de nivel de red X.25 (muy usado por bastantes redes públicas de datos, especialmente en Europa) y, en menor medida, la mensajería electrónica X.400, llegaron a despegar y a adquirir una implantación importante.

Todo un cúmulo de circunstancias hicieron que, mientras el desarrollo de los protocolos TCP/IP avanzaba a pasos agigantados y su uso se extendía como un reguero de pólvora entre la comunidad académica e investigadora americana, el desarrollo de los protocolos OSI se demoraba eternamente, perdido en oscuros vericuetos de burocracia oficial y excesiva complejidad conceptual.

Así, a pesar de las importantes cantidades de fondos públicos que los distintos países y la propia Comunidad Europea (por ejemplo, a través del Proyecto COSINE<sup>21</sup>) invirtieron en la promoción y desarrollo de productos OSI, consideraciones de tipo práctico hicieron que la tecnología TCP/IP fuera ganando adeptos entre los usuarios europeos. Primeramente en el entorno de las redes de área local, sobre todo en ámbitos universitarios y de investigación, donde las redes de área local se generalizaban en un rápido proceso de descentralización informática, y

20 Incluso la propia Administración americana llegó a promulgar su intención de usar los estándares oficiales de OSI en sustitución de los TCP/IP por medio de GOSIP (Government OSI Profile).

21 El Proyecto COSINE (Cooperation for OSI Networking in Europe), dentro del Programa Eureka de la Comunidad Europea, estuvo activo entre los años 1987 y 1993.

donde también existía un parque creciente de máquinas UNIX instaladas. De la implantación de los protocolos y aplicaciones TCP/IP en entornos locales al surgimiento de la necesidad de interconectar estas islas a nivel nacional e internacional, sólo había un paso.

A finales de los años ochenta había ya un gran número de redes TCP/IP funcionando en Europa de forma aislada. Algunas de ellas empezaron a disfrutar de las primeras conexiones transatlánticas con Internet, normalmente gracias a líneas dedicadas cofinanciadas por agencias norteamericanas, como la National Science Foundation, la NASA o el Departamento de Energía (DoE), muy interesadas en la colaboración con determinados centros de investigación europeos. Así, en 1988 y 1989 se fueron conectando a Internet prestigiosas instituciones europeas de los países nórdicos (a través de NORDUnet<sup>22</sup>/KTH<sup>23</sup>), Francia (INRIA<sup>24</sup>), Italia (CNUCE<sup>25</sup>), Alemania (Universidades de Dortmund y Karlsruhe), Holanda (CWI<sup>26</sup>, NIKHEF<sup>27</sup>) y Reino Unido (UCL<sup>28</sup>). Algunas organizaciones supranacionales también establecieron enlaces dedicados con Internet en estos años, como el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN<sup>29</sup>), la Agencia Espacial Europea (ESA<sup>30</sup>) y el Grupo Europeo de Usuarios de Unix (EUUG<sup>31</sup>). Este último había constituido años antes la red EUnet<sup>32</sup>, que, basada en el uso de los protocolos UUCP sobre líneas telefónicas y X.25, intercambiaba mensajería electrónica y grupos de noticias internamente y con Internet a través de las pasarelas de la red americana USENET. En 1982 EUnet ya disponía de conexiones UUCP entre Holanda, Dinamarca, Suecia y Reino Unido que, posteriormente, se fueron extendiendo a otros países; en 1988 EUnet se embarcó en un plan de sustitución de UUCP por TCP/IP en sus enlaces internodales.

Otros grupos pioneros en la construcción de redes paneuropeas en la década de los ochenta, fueron EARN (European Academic and Research Network) y HEPNET (High Energy Physics NETWORK). EARN fue establecida en 1983, con financiación y tecnología propietaria de IBM (protocolos RSCS/NJE), como una extensión de la red americana BITNET; junto con ésta, llegó a conectar, antes del comienzo de su declive a principios de los noventa, más de tres mil ordenadores (muchos de ellos *mainframes* de IBM ubicados en centros de cálculo de universidades e instituciones de investigación) en varias decenas de países. La red HEPNET (o HEPNET/SPAN<sup>33</sup>), que usaba protocolos DECnet, se extendió en los años ochenta desde los EE.UU. a varios países europeos que contaban con grupos de investigación en física de altas energías o del espacio; de los cerca de 20.000 nodos con que contaba en 1990, unos 10.000 estaban en Europa.

Con el fin de coordinar las distintas iniciativas que en materia de redes iban apareciendo a nivel nacional, racionalizando tanto las inversiones económicas como las posibles soluciones técnicas, en la mayoría de países de Europa occidental comenzaron a crearse redes académicas y de investigación. Fueron así surgiendo, entre otras: JANET (Reino Unido), DFN (Alemania) y SUNET (Suecia) en 1984, SURFnet (Holanda) y ACONet (Austria) en 1986, SWITCH (Suiza) en 1987 y RedIRIS (España) y GARR (Italia) en 1988. A diferencia de otras iniciativas contemporáneas tipo HEPNET, estas redes nacían con vocación interdisciplinar: su objetivo era servir por igual a toda la comunidad académica e investigadora, con independencia de su área de actividad, utilizando para ello una misma infraestructura centralizada, con lo que se conseguía aunar esfuerzos y beneficiarse de las consiguientes sinergias y economías de escala.

22 NORDUnet es la red académica y de investigación de los países nórdicos, creada en la segunda mitad de la década de los ochenta y está formada por las redes académicas nacionales de Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca e Islandia.

23 KTH: *Kungl Tekniska Högskolan* (Real Instituto de Tecnología), en Estocolmo.

24 INRIA: *Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique*.

25 CNUCE: *Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico*, en Pisa.

26 CWI: *Centrum voor Wiskunde en Informatica*, en Amsterdam.

27 NIKHEF: *National Institute for Nuclear Physics and High-Energy Physics*, en Amsterdam.

28 UCL: *University College of London*.

29 CERN: *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, en Ginebra.

30 ESA: *European Space Agency*.

31 EUUG: *European Unix Users Group*.

32 EUnet: *European Unix users Network*, centrada en Amsterdam.

33 SPAN: *Space Physics Analysis Network*.

Siguiendo las directrices oficiales, en sus orígenes, las redes académicas y de investigación nacionales ofrecían casi exclusivamente servicios de comunicaciones basados en los protocolos OSI (X.25, XXX, X.400, X.500, etc.). Sin embargo, alrededor de 1990, fruto de la creciente demanda por parte de las organizaciones usuarias, tuvieron que reorientar su política y empezar a ofrecer servicios IP y acceso a Internet. Las primeras redes académicas en adaptarse a la nueva situación fueron las de los países nórdicos, asociadas para formar la red NORDUnet, a principios de 1989. Pronto siguieron el mismo camino todas las demás: SURFnet (a finales de 1989), SWITCH, DFN, GARR y ACONet (en 1990), JANET y RedIRIS (en 1991), etc.

Así pues, en los albores de los noventa, el incipiente escenario europeo era bastante confuso, casi caótico, con una mezcla de redes inconexas que usaban distintos protocolos (OSI, TCP/IP, UUCP, DECnet y RSCS/NJE) y que se las apañaban como podían a la hora de conectarse entre sí a nivel nacional, europeo o mundial<sup>34</sup>. Fue necesario establecer unos mecanismos mínimos de cooperación y proceder a instalar, de una forma bastante voluntarista, los primeros enlaces intraeuropeos<sup>35</sup> y todo tipo de complicadas pasarelas entre los diversos protocolos. Con el fulgurante éxito de las redes TCP/IP en Europa, el panorama se fue aclarando pronto; la mayoría de las redes OSI, UUCP, DECnet y BITNET acabaron reconvirtiéndose a la tecnología TCP/IP e integrándose en Internet, preservando en algunos casos sus servicios más interesantes, adaptados para su transporte sobre TCP/IP.

El rápido crecimiento del número de redes IP europeas con conexiones regionales, nacionales e internacionales más o menos ad hoc, hizo patente la necesidad de establecer mecanismos de coordinación mejores y más estables a nivel europeo e intercontinental.

A nivel intercontinental, importantes esfuerzos de coordinación y optimización de recursos fueron llevados a cabo en el seno del CCIRN (Coordinating Committee for Intercontinental Research Networks), comité creado a finales de los años ochenta e integrado por representantes de organizaciones interesadas en la promoción de servicios de red abiertos para soporte de la comunidad académica e investigadora en general. Inicialmente estaba compuesto únicamente por organizaciones norteamericanas (fundamentalmente las agencias relacionadas con temas de redes coordinadas por el Federal Networking Council o FNC: NSF, NASA, ARPA, DoE y DoD) y europeas (entre ellas RARE, EARN, EUnet, HEPNET, el CERN y la ESA).

A nivel europeo, ya desde 1986, existía la asociación de redes académicas y de investigación, RARE<sup>36</sup> (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne), que acometió la difícil tarea de coordinación entre las muchas entidades relacionadas con la provisión de servicios de red para la comunidad investigadora existentes en Europa. Su misión inicial se centró en la coordinación del Proyecto COSINE que, financiado por la Comunidad Europea, tenía como principal objetivo la especificación y creación de una infraestructura telemática (red y aplicaciones), basada en las normas OSI, para su utilización por todos los investigadores europeos. En los diferentes grupos en los que se estructuró RARE, se trabajaba en temas tales como el establecimiento de una red privada X.25 entre sus miembros (denominada IXI<sup>37</sup>) o la implantación y coordinación de los servicios OSI de mensajería X.400, directorio X.500 y transferencia de ficheros FTAM. Con la aparición en la escena europea de las redes IP, donde también jugaban un papel importante organizaciones al margen de las redes académicas nacionales, se consideró necesario crear un foro de coordinación separado.

Tras una serie de contactos informales iniciales, en noviembre de 1989 nació RIPE (Réseaux IP Européens), como marco para la coordinación de los diferentes aspectos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la correcta operación y expansión de la red IP paneuro-

34 Las pocas redes europeas que disponían de algún tipo de conexión externa, se comunicaban entre sí, en su mayor parte, a través de los Estados Unidos.

35 Uno de los primeros enlaces intraeuropeos fue una línea X.25 de 64 kbps entre Amsterdam (CWl) y Estocolmo (KTH) que, a principios de 1989, compartían para su interconexión EUnet, NORDUnet, HEPnet y EARN. Este enlace soportaba simultáneamente varios protocolos, entre ellos IP y DECnet.

36 En 1994 la unión de RARE y EARN dio lugar a la formación de TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association), con el cometido de, según sus estatutos, «promover y participar en el desarrollo de una infraestructura de información y telecomunicaciones internacional de alta calidad en beneficio de la investigación y la educación».

37 IXI: International X.25 Infrastructure.



Daniel Karrenberg, pionero de Internet en Europa y primer director del RIPE NCC

pea<sup>38</sup>. RIPE se organizó en torno a una serie de grupos de trabajo, que cooperaban de forma electrónica utilizando la propia red, además de reunirse presencialmente tres veces al año. Las primeras entidades en apoyar e incorporarse a los trabajos de RIPE fueron las redes académicas nacionales (en pleno proceso de cambio de rumbo para ofrecer también servicios IP), EUnet, EARN, HEPNET, el CERN y EASINET<sup>39</sup>

Entre los primeros objetivos de RIPE figuraban:

- Promover el intercambio de información técnica y experiencias sobre redes IP.
- Promover y coordinar la interconexión de redes IP dentro de Europa y desde ésta a otros continentes.
- Establecer y documentar prácticas comunes de operación y gestión entre las redes conectadas, proporcionando herramientas que facilitaran estas tareas.
- Inventariar la conectividad IP existente en Europa (redes, líneas, routers, enlaces transatlánticos, etc.).
- Crear y mantener una base de datos de las redes IP europeas (direcciones, personas de contacto, etc.), consultable vía Internet.
- Divulgar su existencia y animar a la participación de todas las posibles organizaciones interesadas.

Algunos de los objetivos anteriores eran difíciles de llevar a cabo a base de aportaciones de voluntarios de las organizaciones miembros, por lo que, ya en 1990, se propuso la creación de un centro de coordinación permanente<sup>40</sup> que se encargaría de las tareas más críticas (como el mantenimiento de la base de datos o, más adelante, la asignación de las direcciones de red), de una forma competente y profesional. Este centro, bautizado con el nombre de RIPE NCC (RIPE Network Coordination Center), quedó constituido, bajo el paraguas legal de RARE, en abril de 1992 con sede en Amsterdam. Su inmejorable labor de coordinación y soporte ha contribuido de manera decisiva al éxito de Internet en Europa.

Uno de los problemas iniciales más acuciantes era la ausencia de una infraestructura troncal europea para tráfico TCP/IP, al estilo de la NSFNET en los Estados Unidos, que permitiera aunar esfuerzos y optimizar costes. Las primeras conexiones IP intraeuropeas se establecieron gracias a acuerdos bilaterales entre centros que tenían un gran interés mutuo en intercambiar tráfico IP (normalmente organizaciones que trabajaban en el mismo campo de actividad), empleando para ello el medio de transmisión que estuviera más al alcance (línea dedicada, servicio público X.25 o satélite). Dados los elevados precios de las comunicaciones internacionales en Europa, en muchos casos, estos primeros enlaces contaban con esponsorización por parte de algún organismo oficial o empresa privada. El siguiente paso fue el de la compartición de líneas y equipamiento propios, permitiendo su uso por terceras organizaciones, lo que se hizo en muchas ocasiones de forma completamente altruista. Sin embargo, la conectividad IP europea no podía progresar y expandirse al ritmo demandado a base, únicamente, del espíritu cooperativo y la buena voluntad de las partes implicadas: era necesario construir una o varias redes troncales paneuropeas.

Paradójicamente, uno de los primeros backbones IP en ser utilizados en Europa tuvo sus orígenes en una de las realizaciones del Proyecto COSINE que, como se ha dicho, había sido concebido con la idea de promocionar el desarrollo y uso de los protocolos OSI. Se trataba de la red piloto X.25 IXI, que entró en servicio en abril de 1990 e interconectaba las redes académicas o similares de Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Suecia (NORDUnet), Suiza y ex-Yugoslavia.

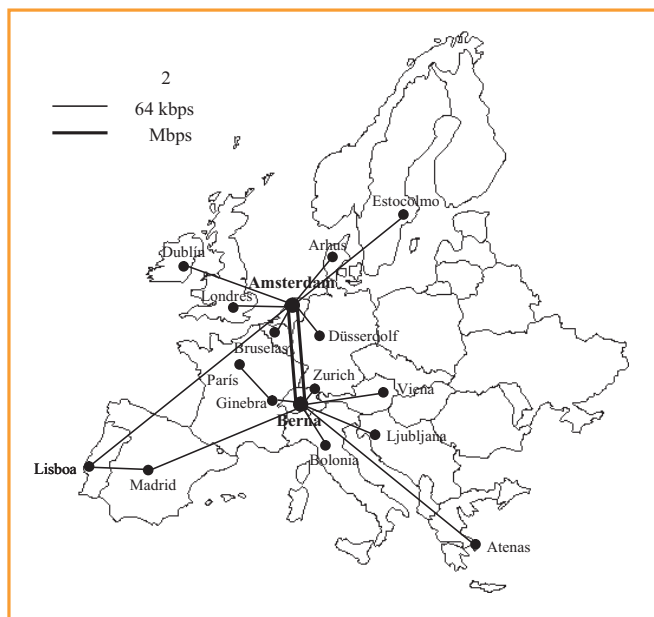
38 Los documentos de RIPE números 1, 2 y 3 describen sus objetivos, los participantes iniciales y la invitación a la participación de otras organizaciones activas en redes IP de área extensa.

39 EASINET (European Academic Supercomputer Initiative NETWORK) fue una iniciativa patrocinada por IBM para favorecer el desarrollo de proyectos conjuntos y el intercambio de experiencias en el área del supercálculo, mediante la creación de una red entre centros de supercomputación en Europa. Esta red incluía servicios IP y un enlace T1 (1,5 Mbps) entre Europa (CERN) y la NSFNET (Universidad de Cornell) que, durante los importantes años de consolidación de la Internet europea (1990, 1991 y 1992), constituyó la vía principal de conexión entre ésta y los EE.UU.

40 Los documentos de RIPE números 19 y 35 recogen, respectivamente, la propuesta inicial de creación del RIPE NCC y su primer plan de actividad.

via. La red IXI original, funcionaba a velocidades de 64 kbps tanto en las líneas troncales (excepto dos a 2 Kbps) como en las de acceso y ofrecía únicamente accesos X.25.

Aunque el propósito inicial de esta red era soportar únicamente las aplicaciones OSI (X.400, X.500, etc.), en seguida las redes nacionales empezaron a utilizarla para transportar el tráfico de las redes IP a las que empezaban a dar servicio, empleando para ello la técnica de encapsulación de IP sobre X.25 descrita en el RFC 877<sup>41</sup> y las recomendaciones del documento número 36 de RIPE. Para muchos, incluida España, la red IXI fue la primera vía de conexión a la red IP europea y al resto de Internet.



Quando, en 1991, concluyó la fase piloto de IXI para dar paso a la fase de servicio plenamente operativo, el tráfico IP ya se había convertido en mayoritario, y fue necesario empezar a diseñar una nueva red troncal en la que el tráfico IP entre las redes de I+D se cursara de forma más óptima (la encapsulación de IP sobre X.25 es bastante ineficiente) y que dispusiera de mayores anchos de banda. Así, en 1992, IXI dio paso a una red troncal multiprotocolo (soportaba X.25, IP e ISO CLNP en modo nativo), denominada EMPB (European Multi-Protocol Backbone), permitiendo velocidades de acceso de hasta 2 Kbps. A la red

Topología inicial de la red europea IXI (1990), a través de la cual se cursaron los primeros paquetes IP con Internet hacia y desde numerosos países europeos, entre ellos España en septiembre de 1990. Paradójicamente se trataba de una red X.25, aunque su tráfico mayoritario acabó siendo tráfico Internet mediante encapsulado de los paquetes IP sobre circuitos X.25. (Fuente: Miguel A. Sanz).

paneuropea EMPB se le añadieron conexiones transatlánticas para tráfico IP, dando lugar a un servicio troncal de acceso a Internet global, conocido con el nombre de EuropaNET, que, con diversas transformaciones<sup>42</sup> y mejoras, se mantuvo en funcionamiento desde 1993 hasta 1997.

Antes de la aparición de la red EMPB ofreciendo servicios IP, surgió la necesidad de crear una red internacional apoyada sobre algunos enlaces ya existentes y sobre otros nuevos, que pudiera suministrar tales servicios (incluyendo la conexión con los Estados Unidos y el resto de la Internet global), no sólo a las redes nacionales de I+D, sino también a otras organizaciones interesadas. Hay que tener en cuenta que la red IXI estaba restringida a usuarios académicos y de investigación, mientras que, a principios de los 90, empezaban a aparecer en Europa redes IP con usuarios en otros ámbitos. Así, por ejemplo, la red EUnet, desde unos orígenes en entornos académicos, se reorientó hacia usos comerciales. Existía una necesidad de establecer un backbone IP abierto, sin restricciones de uso, para satisfacer la demanda tanto de las redes académicas (muchas no podían esperar hasta que EuropaNET se materializara), como de las nuevas redes comerciales que se abrían paso en el horizonte europeo.

Por ello se creó en 1992 la red Ebone con una topología de cinco nodos o EBSs<sup>43</sup>. En los años posteriores Ebone pasó por distintas fases evolutivas siguiendo una estrategia incremental (Ebone 92, Ebone 93, Ebone Inc.), ganando en cada una de ellas estabilidad organizativa (empezó como un esfuerzo cooperativo en el que cada participante ponía los recursos que podía), capacidad y prestaciones. Así, hasta que fue comprada por la operadora KPNQwest y, tras la quiebra de ésta, acabara cerrando en julio de 2002. La red troncal Ebone constituyó, sin

41 Este RFC fue posteriormente actualizado por el RFC 1356.

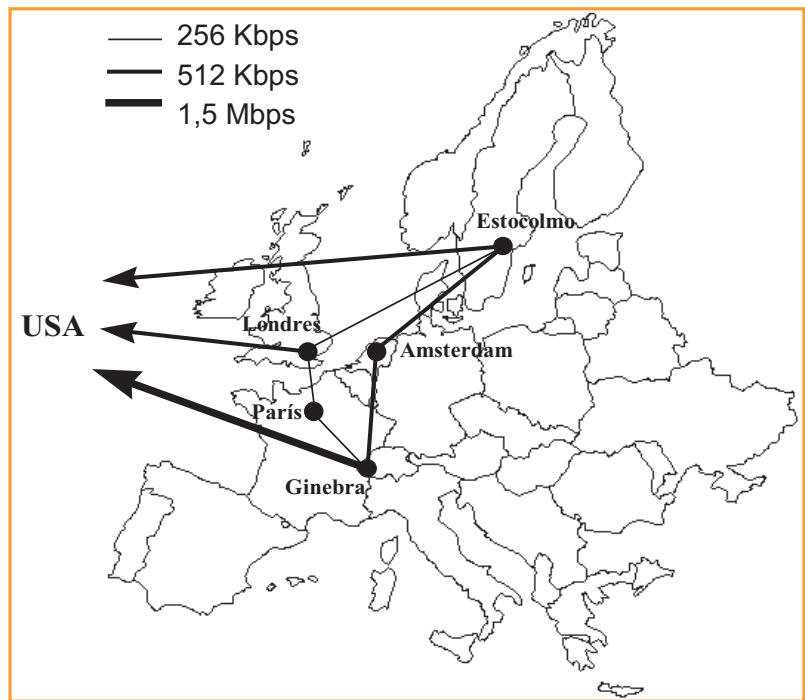
42 El cambio más importante se produjo en octubre de 1995 con la sustitución del troncal EMPB, suministrado por el operador holandés PTT Telecom, por una nueva infraestructura de red: IBDNS (International Backbone Data Network Service), suministrado por el operador británico BT.

43 EBS: Ebone Backbone System

Red troncal de Ebone en 1992, primera red IP paneuropea (que soportaba tráfico IP de forma nativa) y pieza clave para la Internet europea durante buena parte de los años noventa. (Fuente: Miguel A. Sanz)

duda, una pieza clave en el pasado de la Internet Europea.

Durante los últimos años, al igual que ha ocurrido en el resto del mundo, Internet en Europa ha alcanzado unas cotas de crecimiento y popularidad inimaginables a principios de esta década. La contribución europea al éxito de la tecnología TCP/IP a nivel mundial ha sido notable, siendo, sin duda, su aportación más trascendental la concepción y desarrollo



de la aplicación que habría de permitir la penetración definitiva de Internet hasta los rincones más insospechados del planeta: el World Wide Web (WWW), cuyo primer prototipo fue creado por el británico Tim Berners-Lee en el CERN en 1990.

Fruto de esta popularidad, son innumerables los proveedores de servicios IP comerciales que han ido surgiendo desde 1992, creando nuevas redes troncales a nivel regional, nacional, continental y mundial; entre las de esos primeros años «comerciales», destacaron las redes IP de PIPEX (UUNET), BT, Unisource y Global One. Hoy día la coordinación entre los distintos actores se sigue llevando a cabo en el seno de RIPE, con el soporte del RIPE NCC, pero de la

veintena de participantes iniciales en RIPE se ha pasado en la actualidad a varios millares.

Para facilitar el intercambio de tráfico entre todas estas redes, en 1994 y 1995 empezaron a aparecer diversos puntos de interconexión (al estilo de los NAPs) por toda la geografía europea;

entre los iniciales destacaron por su importancia el LINX (London Internet Neutral eXchange), el dGIX (Distributed Global Internet eXchange en Estocolmo) y el AMS-IX (AMsterdam Internet eXchange), algunos de los cuales todavía mantienen hoy día su importancia inicial, aunque en paralelo hayan surgido decenas de puntos de interconexión por toda la geografía europea.

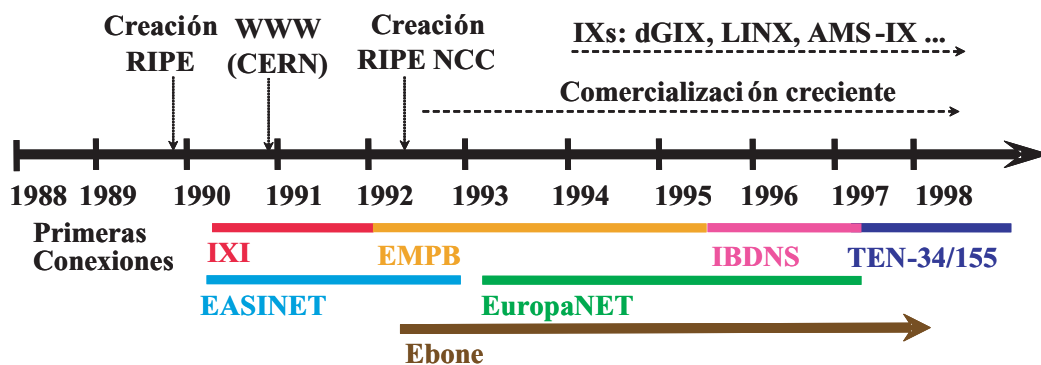
Pese a la alta comercialización de Internet también en Europa, las redes académicas y de investigación continúan siendo un punto de referencia. Su concurso fue decisivo para la creación de piezas clave de la Internet europea, como RIPE, el RIPE NCC o Ebone. Siempre necesitadas de mayores anchos de banda que los disponibles comercialmente a precios razonables, las redes de I+D han sido una avanzadilla en el contexto europeo. Con el apoyo de la Comisión Europea y de DANTE<sup>44</sup> consiguieron crear infraestructuras como EuropaNET o PHARE (en los países del este europeo), en vanguardia de las posibilidades tecnológicas del momento, que hubieran sido impensables sin su participación.

Tim Berners-Lee, creador en 1989 del World Wide Web (WWW), paso definitivo para el desarrollo y propagación explosiva de Internet y, a la derecha, la estación de trabajo NeXT que utilizó para desarrollar y alojar el primer servidor WWW del mundo en el CERN, conectado a Internet en noviembre de 1990 (nxc01.cern.ch)



44 DANTE (Delivery of Advanced Network Technology to Europe) es una compañía sin ánimo de lucro con sede en Cambridge, creada por la mayoría de las redes académicas europeas a la finalización del proyecto COSINE, en 1993, con objeto de hacerse cargo de la provisión y gestión de los servicios paneuropeos comunes en sustitución de la extinta CPMU (COSINE Project Management Unit).





Cronología de redes y hechos más relevantes durante los diez primeros años de Internet en Europa. (Fuente: Miguel A. Sanz)

A lo largo de los años, las redes académicas y de investigación europeas han ido desarrollando nuevas infraestructuras de red, de capacidad y tecnologías acordes con sus necesidades en cada momento, pero con el elemento común del soporte de sus grandísimos volúmenes de tráfico IP/Internet. Las sucesivas redes desarrolladas y gestionadas con la ayuda de DANTE fueron:

- EuropaNET (1993-1997): conectando 18 países a velocidades de 2 Kbps por medio de tecnología IP.
- TEN-34 (1997-1998): conectando 18 países a velocidades de 34 Kbps por medio de tecnologías IP y ATM.
- TEN-155 (1998 - 2001): conectando 19 países a velocidades entre 155 y 622 Kbps por medio de tecnologías IP y ATM.
- GÉANT (2001-2005): conectando 32 países a velocidades entre 2,5 y 10 Gbps por medio de tecnología DWDM y sobre ellas servicios nativos IPv4 e IPv6 en modo *dual-stack*.

Estadísticas de población y usuarios de Internet en el mundo						
Regiones del mundo	Población 2005 Estimación	% Población mundial	Usuarios de Internet (Septiembre 05)	Crecimiento en n.º de usuarios 2000-2005	% Población (Penetración)	% Usuarios mundiales
África	897	14.0 %	24	428 %	2.7 %	2.5 %
Asia	3.623	56.4 %	327	186 %	9.0 %	34.2 %
Europa	731	11.4 %	273	165 %	37.4 %	28.5 %
Oriente Medio	261	4.1 %	21	305 %	8.2 %	2.2 %
Norteamérica	328	5.1 %	224	107 %	68.1 %	23.4 %
Latinoamérica/ Caribe	547	8.5 %	71	291 %	12.9 %	7.4 %
Oceanía / Australia	33	0.5 %	18	132 %	52.8 %	1.8 %
TOTAL MUNDIAL	6,420	100.0 %	958	165 %	14.9 %	100.0 %

(Fuente: [www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com))

Europa empezó la aventura de Internet con bastantes años de retraso frente a Estados Unidos y, a pesar de haber avanzado en el camino a pasos agigantados, continúa por detrás en la mayoría de indicadores que reflejan el grado de implantación de Internet en la sociedad. Así, frente a una penetración actual de Internet en EE.UU. del 68 por 100 de la población, en Europa estamos todavía en un 37 por 100, aunque la situación es muy variable de unos países a otros (en algunos países nórdicos el grado de penetración de Internet es mayor que en los Estados Unidos).

## Antecedentes, orígenes y evolución histórica de Internet en España

Desde principios de la década de los ochenta, en España, al igual que en otros países de nuestro entorno, el interés por las redes teleinformáticas fue creciendo, fundamentalmente, en el seno de la comunidad académica y científica. Las grandes necesidades de comunicación de los investigadores (acceso a todo tipo de información y recursos informáticos, intercambio de experiencias y resultados entre equipos nacionales e internacionales, etc.) dieron lugar, a lo largo de los años ochenta, a distintas iniciativas que trataban de buscar soluciones particulares a la problemática de determinados colectivos, apoyándose para ello en la existencia de redes homólogas de ámbito internacional.

Una de las primeras iniciativas en este terreno fue la de los investigadores españoles en física de altas energías<sup>45</sup>, quienes ya en 1984 crearon la red FAENET, cuyas primeras conexiones comenzaron a funcionar a finales de 1985, interconectando los grupos de las universidades de Cantabria, Zaragoza, Autónoma de Barcelona, Autónoma de Madrid, el IFIC (Instituto de Física Corpuscular de Valencia) y el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas). Dado que los ordenadores predominantes dentro de esta comunidad científica eran del tipo «VAX» (de Digital Equipment Corporation), la red FAENET utilizaba los protocolos propietarios de este fabricante (DECnet), proporcionando como servicios más importantes: el correo electrónico, la transferencia de ficheros, el terminal virtual y la entrada remota de trabajos. Como medio de transmisión se empleó el incipiente servicio de circuitos virtuales conmutados X.25 de Telefónica (Iberpac<sup>46</sup>). Por medio de una conexión entre el CIEMAT y el CERN, la red FAENET estaba integrada dentro de la red internacional HEPNET/SPAN.

Otras iniciativas pioneras a nivel nacional fueron las extensiones españolas de las redes europeas EUnet y EARN.

La red EUnet, enfocada a la cooperación e intercambio de información entre los usuarios del sistema operativo UNIX, entró en España a mediados de los ochenta de la mano de los entusiastas miembros de la rama española el Grupo Europeo de Usuarios de Unix (EUUG), liderados por el Departamento de Ingeniería Telemática (DIT) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, donde durante bastantes años estuvo alojado y se gestionó el nodo central de la red en España (bautizado con el nombre de «Goya»). La comunicación entre este nodo y el nodo central de EUnet en Europa (ubicado en Amsterdam) se efectuaba inicialmente por medio de llamadas internacionales a través de la red pública de datos X.25. Mediante el uso de los protocolos UUCP sobre líneas telefónicas y X.25 público (Iberpac), desde este nodo central en el DIT se daba un servicio de mensajería electrónica y grupos de noticias que, a finales de los ochenta, alcanzaba ya a varias decenas de centros españoles tanto académicos como empresariales. Para estos servicios se disponía de conectividad con Internet a través de los enlaces entre EUnet Europa y la red americana USENET, y las pasarelas de ésta con Internet en Estados Unidos, por lo que se puede afirmar que los usuarios de EUnet fueron de los primeros en España en poder intercambiar mensajería electrónica y grupos de noticias con Internet.

Por su parte la red EARN, de carácter multidisciplinario, promovida y financiada por IBM, comenzó a funcionar en España también a mediados de los 80, cuando se conectaron la Universidad de Barcelona y las universidades Autónoma y Politécnica de Madrid. Basada en los protocolos RSCS/NJE de IBM y el empleo de una técnica de almacenamiento y reenvío sobre líneas dedicadas, en España la red EARN llegó a conectar, en su época de mayor esplendor a

45 La comunidad de investigación en física de altas energías (también llamada física de partículas), se caracteriza por la colosal producción de datos informáticos provenientes de sus experimentos. Esta información necesita ser tratada, transmitida y analizada automáticamente, por lo que esta comunidad investigadora se ha distinguido desde siempre en la aplicación de los más avanzados elementos informáticos y telemáticos, e incluso en su desarrollo, cuando éstos aún no existen.

46 Telefónica creó su servicio Iberpac X.25 en 1982, aunque este servicio era continuación del que ya ofrecía desde 1971 (cuando todavía no se había normalizado X.25), mediante su Red Especial de Transmisión de Datos (RETD), por el que Telefónica fue pionera a nivel mundial en la introducción de una red pública de datos de conmutación de paquetes.

principios de los noventa, cerca de cuarenta grandes ordenadores en una veintena de centros de cálculo de universidades y organismos de investigación. Su principal atractivo estaba en la sencillez y versatilidad de sus aplicaciones (correo electrónico, servicios automáticos de información, listas de distribución, entrada remota de trabajos, etc.) y en la facilidad de acceso a las universidades americanas de las redes BITNET (Estados Unidos) y NETNORTH (Canadá), con las que EARN se hallaba plenamente integrada.



Con objeto de coordinar la evolución de estas iniciativas dispersas, armonizar las actividades nacionales con las que tenían lugar en otros países de nuestro entorno e impulsar la aparición de nuevos servicios y aplicaciones telemáticos, surge en 1988 el Programa IRIS<sup>47</sup>, dentro del marco del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

Equipo técnico de RedIRIS a principios de los 90. De izquierda a derecha: Carlos Blánquez, Celestino Tomás, Miguel A. Sanz, Susana Gayo, Ignacio de los Mozos, José Barberá (Director), Iñaki Martínez, Clara Álvarez, Felipe García y María Bolado. (Fuente: Cortesía de José Barberá)

Ya desde algunos años antes, la necesidad de disponer de una red

informática nacional<sup>48</sup>, que sirviera por igual a toda la comunidad académica e investigadora española, era algo ampliamente sentido en los diferentes ambientes de I+D, especialmente en los más avanzados en este terreno (tecnologías de la información, física de altas energías, centros de cálculo y supercomputación, etc.). En estos círculos, la existencia de una red de investigación, en estrecha colaboración con otras redes similares que por esas fechas iban apareciendo en otros países europeos, se consideraba como un instrumento indispensable para el progreso de las diversas disciplinas científicas y tecnológicas. Aunque los primeros estudios e informes se remontan a 1985, hubo que esperar hasta 1987, año en que se elaboraron los programas del primer Plan Nacional de I+D, para que se tomara la decisión definitiva de poner en marcha la red académica y de investigación nacional, como un programa horizontal especial, el Programa IRIS, para la provisión de servicios telemáticos a toda la comunidad investigadora española. La financiación y supervisión de la red corría a cargo de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), integrada por todos los ministerios relacionados con el I+D, mientras que la dirección y gestión de la misma fue encomendada a Fundesco<sup>49</sup>.

El Programa IRIS empezó a funcionar en enero de 1988 y durante la etapa inicial (1988 a 1990) los esfuerzos se centraron en los siguientes objetivos:

- Coordinar y armonizar las actividades nacionales relacionadas con redes informáticas académicas y científicas, en concordancia con esfuerzos similares desarrollados a nivel internacional.
- Fomentar el conocimiento, estudio y utilización de los servicios de redes informáticas dentro de la comunidad académica y científica española.
- Proporcionar una infraestructura homogénea de comunicaciones, que soportara un conjunto de servicios básicos y avanzados de teleinformática para todos los usuarios potenciales que trabajaban en labores de investigación, con independencia de su campo de actividad o ubicación geográfica.

47 El acrónimo «IRIS» deriva de *Interconexión de Recursos InformáticoS*, nombre del proyecto original que en 1985 encargó la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia a un equipo técnico coordinado por Fundesco y formado por expertos de la universidad, centros de cálculo, OPIS y Telefónica. Este proyecto fue el punto de partida del proceso que desembocaría en la puesta en marcha del Programa IRIS en 1988.

48 A nivel regional, la red RICA (Red Informática Científica de Andalucía), creada a principios de 1985 por la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, había sido precursora en el establecimiento de este tipo de redes.

49 Fundesco desempeñó esta labor entre enero de 1988 y diciembre de 1993. En enero de 1994 se produjo un cambio del organismo gestor de RedIRIS, que pasó a ser el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) durante los siguientes diez años. En enero de 2004, la Entidad pública empresarial Red.es se hizo cargo de la gestión y dirección de la red nacional hasta la fecha de hoy.

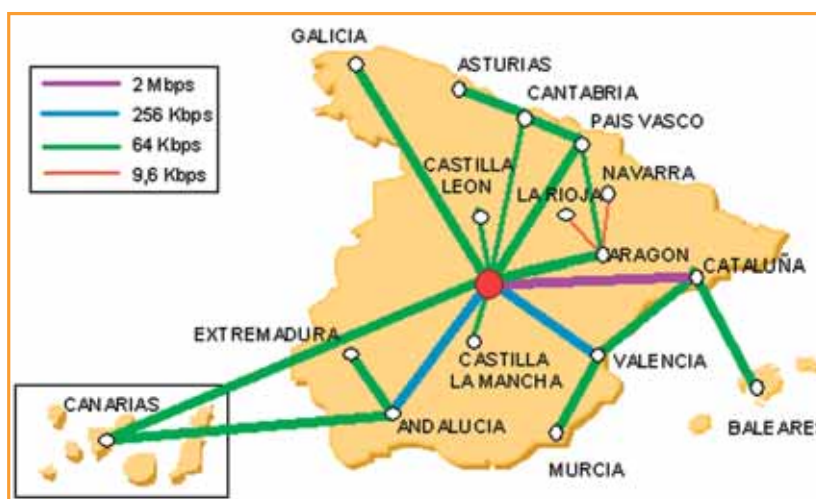
- Promover la implantación de servicios telemáticos lo más abiertos posible, basándose para ello en los estándares internacionales de ISO (protocolos OSI) y en las recomendaciones del CCITT.
- Participar en las organizaciones y proyectos internacionales con objetivos y características afines, con especial énfasis en los europeos.

La mayoría de estos objetivos fueron alcanzados con pleno éxito. Como infraestructura «inmediata»<sup>50</sup> y homogénea de comunicaciones se empleó la red pública X.25 (Iberpac). La coordinación a nivel internacional se consiguió mediante la participación, entre otros foros, en la Asociación RARE y el Proyecto COSINE. La integración de la mayoría de universidades y centros de investigación (más de 200 a finales de 1990) se logró gracias a una inteligente estrategia que empleaba dos vías distintas. La primera de ellas, facilitando los recursos necesarios de comunicaciones y servicios teleinformáticos a aquellas instituciones que hasta ese momento no disponían de los mismos (la gran mayoría), por medio de subvenciones de enlaces de datos, tarjetas de red para X.25, software para comunicaciones abiertas (X.25, XXX, ISODE, X.400, X.500, etc.), proyectos de I+D, etc. La segunda vía, asumiendo, en parte o en su totalidad, la financiación de los costes de comunicaciones de las instituciones ya integradas en redes preexistentes basadas en tecnologías «no abiertas», previo compromiso de éstas de migración hacia estándares OSI bajo el paraguas del Programa IRIS. En cuanto a la coordinación de las actividades nacionales en materia de redes, se firmaron convenios y acuerdos de colaboración con la red andaluza RICA (que perseguía objetivos comunes a nivel andaluz) y las iniciativas FAENET, EARN y EUnet, con el fin de aunar esfuerzos, compartir recursos y buscar soluciones de interoperabilidad (pasarelas de mensajería, etc.).

Siguiendo las directrices oficiales y en línea con el contexto europeo, los servicios promulgados en esta primera etapa de la red académica española eran exclusivamente los basados en los protocolos OSI. Sin duda, uno de los mayores logros de esta fase fue la amplia difusión del servicio de mensajería electrónica X.400, gracias a la adquisición y distribución del paquete de software EAN (desarrollado por la universidad canadiense de British Columbia) y a la activa participación en el proyecto europeo COSINE-MHS. Otro servicio ampliamente extendido durante los primeros años del Programa IRIS fue el de acceso desde terminal remoto mediante las recomendaciones X.3, X.28 y X.29 (XXX) del CCITT.

A partir de 1990 el Programa IRIS entra en una nueva etapa. El cambio de nombre de Programa IRIS a RedIRIS es sintomático del cambio de orientación llevado a cabo: de la fase de promoción y subvención inicial, se pasa a una fase caracterizada por el énfasis en el establecimiento y gestión de un conjunto de servicios operativos basados sobre una infraestructura de transporte especialmente diseñada para soportar las grandes necesidades de la comunidad española de I+D.

Los elevados e imprevisibles costes derivados del uso de la red pública Iberpac (dependientes del volumen de datos transmitidos), unidos a la insuficiencia de ésta a la hora de sustentar aplicaciones que requerían transferencia masiva de datos<sup>51</sup>, aconsejaron



Topología de la red ARTIX en agosto de 1994. La red ARTIX jugó un papel muy importante durante la primera mitad de la década de los noventa en la implantación y difusión de los servicios de RedIRIS, entre ellos el servicio IP con conexión a Internet (Fuente: Miguel A. Sanz.)

50 En algunos casos se tardó más de un año en conseguir los accesos necesarios a la red Iberpac.

51 Por aquel entonces la velocidad máxima de acceso a la red Iberpac era de 9.600 bps.

disponer de una red troncal propia de mayor velocidad y de coste fijo mensual. Nació así la red ARTIX (ARTeria Iris X.25), una red privada X.25, de alcance nacional, construida mediante líneas punto a punto de 64 kbps alquiladas a Telefónica y para cuyo diseño y gestión se contó con la decisiva participación del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Madrid.

La red ARTIX, cuyos primeros tres nodos (Madrid, Barcelona y Sevilla) se instalaron en 1990, creció hasta disponer de 10 nodos principales en 1993, con extensiones que abarcaban las 17 comunidades autónomas. Para las conexiones externas, la red ARTIX, contó desde el principio con enlaces a las redes X.25 Iberpac, para el acceso a/desde centros no integrados en ARTIX, e IXI (EMPB a partir de 1992), para el acceso a/desde otras redes de I+D europeas.

La creación de la red ARTIX fue un enorme acierto en todos los sentidos, lográndose con creces los distintos objetivos perseguidos, a saber:

- Introducir nuevos servicios telemáticos cuyo rendimiento y coste sobre Iberpac eran inadecuados.
- Unificar y racionalizar los recursos de red disponibles para toda la comunidad investigadora (con el consiguiente ahorro de costes), al permitir que los distintos grupos, con sus protocolos y aplicaciones particulares, usaran la misma vía física de forma compartida<sup>52</sup>.
- Ofrecer unas prestaciones en velocidad y una relación calidad/precio mucho mayores que las disponibles a través de la red pública de datos.

Sin embargo, no todo fueron aciertos en estas primeras fases del Programa IRIS. La apuesta inicial por los protocolos OSI se demostró errónea. Los plazos de desarrollo de OSI se alargaban más de lo previsto; a principios de los noventa únicamente se había consolidado la mensajería electrónica X.400<sup>53</sup> (X.500 se encontraba en un estado incipiente y otros protocolos como CLNP, FTAM, VTP o JTM jamás llegaron a despegar más allá de prototipos y experiencias piloto). Mientras tanto, las necesidades de las universidades y centros de investigación evolucionaban a pasos agigantados, por lo que la mayoría tuvieron que buscar soluciones (en principio transitorias, aunque acabaron tornándose en definitivas) en los protocolos TCP/IP, que a finales de los ochenta ya se consolidaban como estándares de facto para la interconexión de sistemas abiertos, en detrimento de los protocolos OSI. Esta introducción de los protocolos TCP/IP en las redes de los entornos académicos y de I+D fue pareja a la evolución de sus sistemas informáticos: de una arquitectura basada en grandes equipos centrales a los que se accedía mediante terminales, dominante a principios de los años ochenta, se pasó a la implantación masiva de la informática distribuida interconectada por medio de redes locales, a principios de los años noventa. A este proceso contribuyeron de manera decisiva hechos tales como la aparición y abaratamiento de las estaciones de trabajo y los ordenadores personales, la proliferación de sistemas UNIX (con TCP/IP embebido) y la generalización de tecnologías de red de área local como Ethernet y Token Ring.

Estas circunstancias hicieron que en 1990 RedIRIS, al igual que otras redes académicas de nuestro entorno, diera un giro en su política y tomara la decisión de poner en marcha un servicio de interconexión de redes de área local IP con acceso a Internet (también conocido como SIDERAL<sup>54</sup> o Servicio Internet de RedIRIS), para dar respuesta a la fuerte demanda por parte de las universidades y centros de investigación españoles.

Así, fruto de esta decisión, la primera conexión plena desde España a Internet tuvo lugar a mediados del año 1990, como un servicio experimental de RedIRIS que, a finales de ese año,

52 Por ejemplo, las redes FAENET y EARN fueron abandonando sus líneas de baja velocidad (entre 1.200 y 9.600 bps), para pasar a hacer uso de ARTIX mediante la encapsulación de sus protocolos (DECnet y NJE, respectivamente) sobre X.25. Por su parte, EUnet España estuvo conectada a ARTIX entre 1990 y 1992 para el intercambio de correo electrónico con RedIRIS y para efectuar sus comunicaciones internacionales a través de IXI, gracias a un acuerdo con RedIRIS.

53 Entre los paquetes de mensajería X.400 una gran proporción eran académicos (como el EAN utilizado en RedIRIS). El software comercial disponible era poco atractivo y/o muy caro.

54 SIDERAL (Servicio de Interconexión DE Redes de Área Local) comenzó como un servicio multiprotocolo montado a base de encapsular distintos protocolos de red en X.25 sobre la infraestructura de ARTIX. Aparte de redes IP, también interconectaba redes DECnet y CLNP. Sin embargo, con el paso del tiempo, la necesidad de dar soporte a estos últimos protocolos fue decreciendo hasta desaparecer por completo, por lo que SIDERAL acabó soportando únicamente IP.

interconectaba tan sólo cuatro centros: Fundesco, Departamento de Ingeniería Telemática (Universidad Politécnica de Madrid), Centro de Informática Científica de Andalucía y CIEMAT. Esta conexión inicial fue posible gracias al empleo de la línea internacional de 64 kbps de acceso a IXI (encapsulando IP sobre X.25) y a la cooperación desinteresada de instituciones extranjeras como NIKHEF, JANET y NSF. En marzo de 1991 comienza la fase operativa de SIDERAL y, desde ese momento, la implantación, desarrollo y crecimiento de Internet en España durante la mayor parte de la década de los 90 fueron de la mano del enorme éxito de este servicio de RedIRIS.

La siguiente cronología intenta recoger la breve pero intensa historia de Internet en España desde el momento de su nacimiento como tal hasta nuestros días, mostrando algunos de los hechos, fechas, cifras y protagonistas más relevantes.

### CRONOLOGÍA HISTÓRICA DE INTERNET EN ESPAÑA

**Septiembre 1990:**



Conexión inicial de España a Internet vía IXI (IP/X.25 a 64 kbps). Servicio Experimental de RedIRIS.

José Barberá, «padre» de Internet en España, como primer director de RedIRIS (desde su creación en 1988) y artífice de la decisión de implantar los servicios IP y de conexión a Internet para las organizaciones usuarias de RedIRIS. Fue también el encargado de negociar y conseguir para RedIRIS el «connected status» de NSFnet, es decir, la aprobación de la National Science Foundation para conectarse a su *backbone*, lo que en aquel entonces era sinónimo de conectividad global a Internet.

**Octubre 1990:**

El dominio para España en el sistema de nombres de Internet o DNS («.es»), albergado y operativo desde poco antes en los servidores de RedIRIS, aparece ya con 3 ordenadores (*host*) registrados en el primer recuento de *host* conectados a Internet (*hostcount*) realizado en Europa el 2/10/1990

**Diciembre 1990:**

Cuatro centros conectados experimentalmente: Fundesco (RedIRIS), DIT (UPM), CICA y CIEMAT. Transporte de tráfico IP a través de la red X.25 de RedIRIS (ARTIX) Entre los protagonistas se puede destacar a Iñaki Martínez y Carlos Blánquez en Fundesco; Juan Riera, Julio Berrocal y David Fernández, entre otros, en el DIT; Gustavo Sánchez en el CICA; Antonio Mollinedo en CIEMAT.






**Marzo 1991:**



Inicio fase operativa servicio de acceso a Internet de Red IRIS (SIDERAL). Primeros centros conectados: CIEMAT, CNM, CSIC, Fundesco, RICA, UAB, UAM, UB, UCM, CESCO, UPC, UPM, UV, UNIOVI, UNICAN, UPF, UPV, UIB,...

Iñaki Martínez (*arriba*) y Miguel A. Sanz (*abajo*) son los responsables del servicio en RedIRIS.

Como «pioneros» en sus respectivos centros y regiones, cabe destacar la labor de muchas personas de la comunidad RedIRIS, entre otras y aparte de algunas ya mencionadas, las siguientes: Víctor Castelo (CSIC); Manolo Martín Mata y Gustavo Rodríguez (RICA); Martí Griera (UAB), Eloy Portillo y Miguel Ángel García (UAM); Miguel Ángel Campos y Lluís Cuadra (UB); Lluís Ferrer (UB/CESCO); Caterina Parals (CESCA); Manel Marín (UPC); Rogelio Montañana (UV); José Antonio Corrales (UNIOVI); Marc Vives (UPF); Amparo Sepulcro y Vicente Benet (UPV) y Toni Sola (UIB).

<p><b>Junio 1991:</b></p> 	<p>Se anuncia la creación de la Internet Society (ISOC), asociación no gubernamental y sin ánimo de lucro, financiada por sus miembros y dedicada exclusivamente al desarrollo mundial de Internet. Fundada por una gran parte de los «arquitectos» pioneros encargados de su diseño, la ISOC tiene como objetivo principal ser el centro de cooperación y coordinación global para el desarrollo de protocolos y estándares compatibles para Internet. Así, bajo la ISOC se encuadran los diversos organismos relacionados con el proceso de estandarización en Internet (IETF, IAB, IESG e IRTF). La creación formal de ISOC se produjo en enero de 1992, con participantes de diversos países. España contó con 8 miembros pioneros que se asociaron a la ISOC en el año de su fundación.</p>
<p><b>Octubre 1991:</b></p>	<p>Más de <b>1.000 ordenadores conectados.</b></p>
<p><b>Enero 1992:</b></p>	<p>Primer proveedor comercial: Goya Servicios Telemáticos, S.A.                  José Mañas (<i>izquierda</i>) y Juan Antonio Esteban (<i>derecha</i>), entre otros, son protagonistas de los primeros pasos de la comercialización de Internet en España.</p> 
<p><b>Abril 1992:</b></p> 	<p>RedIRIS participa en la creación del centro de coordinación de los proveedores de Internet en Europa (RIPE NCC), ejemplo de autorregulación y funcionamiento <i>bottom-up</i> en Internet, trasplantado luego al resto de regiones del mundo.                  Daniel Karremberg es su primer director y Miguel A. Sanz es el representante español.</p>
<p><b>Mayo 1992:</b></p>	<p>RedIRIS participa en la creación de Ebone.                  Conexión inicial a 64 kbps (posteriormente a 128 kbps).</p>
<p><b>Julio 1992:</b></p> 	<p>Descentralización del NIC (Network Information Center) de Internet para la administración de recursos comunes, con funciones de vital importancia como: asignación de direcciones IP, mantenimiento de bases de datos, gestión de partes importantes del DNS, registro de dominios para resolución inversa de direcciones a nombres, etc.                  Estas tareas, que hasta ahora se llevaban en su mayor parte desde un único NIC en EEUU, se descentralizan por áreas geográficas; así, a nivel mundial se encarga el InterNIC, en Europa el RIPE NCC y en España asume las funciones el registro delegado de Internet en España o «ES-NIC» (gestionado por RedIRIS), junto con las que ya venía desempeñando desde hacía dos años de registro de nombres bajo «.es».</p>
<p><b>Marzo 1993:</b></p>	<p>Conexión de RedIRIS a Mbone (<i>Multicast IP backbone</i>).</p>
<p><b>Finales 1992:</b>  <b>Principios 1993:</b></p>	<p>Primeros servidores WWW en España: Instituto de Física de Cantabria (Ángel Camacho, <i>izquierda</i>), UJI (Jordi Adell, <i>derecha</i>), UNIOVI (Raúl Rivero), RedIRIS (Iñaki Martínez), ...</p> 
<p><b>Agosto 1993:</b></p>	<p>Más de 10.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»).</p>



<b>Septiembre 1993:</b>	Primera conexión internacional 2 Kbps: RedIRIS-EuropaNET.
<b>Diciembre 1993:</b>	<p>Trece servidores WWW en España, todos ellos pertenecientes a universidades y centros de investigación conectados a RedIRIS.</p> <p>Puesta en marcha del «Mapa de recursos Internet» de la UJI, base de datos sobre recursos Internet en España que, durante los primeros años del WWW, es el punto de referencia para orientarse en el espacio cibernético español. La evolución de esta iniciativa dio lugar al nacimiento en junio de 1996, «Dónde?» (Directorio Online de España), primer «portal» español que llegó a registrar 29.000 webs en España y atender 5 millones de consultas antes de su cierre en junio de 1999. Jordi Adell y su equipo: Enric Navarro, Toni Bellver, Carles Bellver e Ismael Sanz, fueron los protagonistas de esta aventura.</p>
<b>Enero 1994:</b>	<p>El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) toma el relevo de Fundesco como gestor de RedIRIS.</p> <p>Víctor Castelo es el nuevo director de RedIRIS.</p>
	
<b>Mayo 1994:</b>	<p>Más de 20.000 máquinas conectadas (registrados bajo «.es»).</p> <p>Más de <b>100 organizaciones con plena conectividad.</b></p>
<b>Noviembre 1994:</b>	<p>Segundo proveedor comercial: SERVICOM. Destacan entre otros protagonistas Eudald Doménech (<i>izquierda</i>) y, poco después, Felipe García (<i>derecha</i>), entre otros protagonistas.</p>
	
<b>Marzo 1995:</b>	<p>La embajada de España en Canadá crea «Sí Spain», el primer servidor WWW de un organismo público español (fuera de la universidad y los centros de investigación) y difunde información muy útil y de gran impacto mediático en relación con la «guerra del fletán» entre España y Canadá. José Luis Pardos, entonces embajador de España en Canadá, gran protagonista de esta primera historia española de «contrapropaganda» en Internet.</p>
	
<b>Abril 1995 y meses posteriores:</b>	<p>Primeros diarios en Internet: <i>Avui</i>, <i>El Periódico de Cataluña</i>, <i>La Vanguardia</i>, <i>ABC</i>, <i>El Correo Español/El Pueblo Vasco</i>.</p>
<b>Mayo 1995:</b>	<p>Se inaugura en Madrid la Ciberteca, primer cibercafé de España y segundo de Europa.</p> <p>Primera entidad financiera española en ofrecer sus servicios vía web (Banesto).</p>
<b>Junio 1995:</b>	<p>Primera televisión española que ofrece información y noticias en la red (TV3)</p>
<b>Julio 1995:</b>	<p><b>Diez proveedores de servicios Internet.</b></p> <p>«La Moncloa» en Internet ofrece información sobre la agenda oficial del Gobierno, las intervenciones públicas del Presidente y de los Ministros y las referencias a los Consejos de Ministros.</p> <p>Primer diario deportivo en Internet (<i>Sport</i> de Cataluña).</p> <p>Se crea la Asociación de Usuarios de Internet (AUI). Miguel Pérez Subías es uno de los fundadores y su primer y actual presidente.</p>
	



<p><b>Septiembre 1995:</b></p>	<p>La Bolsa de Madrid y la de Barcelona son las primeras de Europa en conectarse a Internet.</p>
<p><b>Octubre 1995:</b></p>	<p>Universitat Oberta de Catalunya (UOC) pionera en ofrecer educación a distancia a través de la red.</p>
<p><b>Noviembre 1995:</b></p> 	<p>TINET (Tarragona InterNet) primera experiencia de acceso público a Internet en España. Ofrece acceso gratuito a los ciudadanos y entidades sin ánimo de lucro a servicios como el correo electrónico y news. Destacan como protagonistas Manuel Sanromà y su equipo de colaboradores de la Universidad Rovira y Virgili de Tarragona (URV): Robert Rallo, Luis Anaya, Jaume Grau y Joan Manel Gómez.</p>
<p><b>Diciembre 1995:</b></p>	<p>Treinta proveedores de servicios Internet. Lanzamiento de InfoVía por parte de Telefónica. Aparece el directorio de recursos en castellano ¡Olé!, inspirado en Yahoo!</p>
<p><b>Enero 1996:</b></p>	<p>Primera conexión entre proveedores nacionales: RedIRIS-Ibernet. Esto permite que el tráfico entre las dos mayores redes españolas no tenga que utilizar caminos internacionales, ahorrando mucho dinero y ganando muchísima rapidez.</p>
<p><b>Febrero 1996:</b></p>	<p>Primer Congreso Nacional de Usuarios de Internet, Internet World 96 en Madrid (14 al 16 de febrero 96).</p>
<p><b>Abril 1996:</b></p>	<p>El Instituto Cervantes se incorpora a Internet, con objeto de informar de las actividades que realiza y contribuir a la difusión del español en el mundo a través de Internet.</p>
<p><b>Octubre 1996:</b></p>	<p>Más de <b>100.000 ordenadores conectados</b> (registrados bajo «.es»). 200 proveedores de servicios Internet.</p>
<p><b>Diciembre 1996:</b></p>	<p>La AUI estima que España cuenta con 320.000 internautas, habiendo experimentado durante 1996 un aumento espectacular.</p>
<p><b>Enero 1997:</b></p>  	<p>Puesta en marcha de ESPANIX (punto neutro de interconexión de proveedores de tránsito internacional a Internet en España), que permite que los proveedores de Internet intercambien de manera directa su tráfico nacional, evitando que se curse a través de líneas internacionales, y mejorando así la calidad de servicio ofrecida a sus clientes. Miembros fundadores de ESPANIX: RedIRIS, EUNET-Goya, Global-One, BT, ICL/Medusa, IBM, Telefónica. En la actualidad son más de treinta los proveedores conectados y el tráfico total intercambiado está en torno a los 50 Gbps de media cada minuto en los momentos de mayor carga del día.</p>
<p><b>Febrero 1997:</b></p>	<p>Bankinter ofrece a empresas y clientes la conexión a Internet gratis. Segundo Congreso de la Asociación de Usuarios de Internet (4 al 6 de febrero 1997); asiste Bill Gates y lo inaugura el presidente del gobierno, José María Aznar, desde La Moncloa a través de videoconferencia.</p>

<b>Mayo 1997:</b>	Conexión de RedIRIS a TEN-34 (22 Kbps). RedIRIS se conecta al backbone internacional de IPv6 (6bone), la siguiente generación del protocolo IP actual (IPv4) que, entre otras muchas ventajas, está llamado a solucionar el grave problema de agotamiento de direcciones IPv4.
<b>Septiembre 1997:</b>	Más de <b>500 proveedores de servicios Internet</b> . Alrededor de <b>un millón de personas con acceso a Internet</b> .
<b>Enero 1998:</b>	Más de <b>200.000 ordenadores conectados</b> (registrados bajo «.es»).
<b>Marzo 1998:</b>	Se constituye AECE, Asociación Española de Comercio Electrónico. La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones establece el cese del servicio de InfoVía para el 1 de diciembre de 1998. Retevisión compra Servicom y RedesTB.
<b>Mayo 1998:</b>	Según una encuesta realizada por el Estudio General de Medios (EGM), más de 1.110.000 personas usan Internet en España. El usuario medio es joven, entre 20 y 34 años, y los servicios que más usan son los accesos a páginas WWW y el correo electrónico.
<b>Agosto 1998:</b>	Los usuarios de Internet convocan una huelga contra las tarifas telefónicas y en reivindicación de la implantación de una tarifa plana mensual para el acceso a Internet en España.
<b>Octubre 1998:</b>	<p>Más de 270.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»). Alrededor de <b>dos millones de españoles con acceso a Internet</b>. 35 por 100 de empresas españolas con página web. Se crea la Asociación de Internautas (AI). Víctor Domingo (<i>arriba</i>) es uno de los fundadores y su primer y actual presidente. Retevisión crea su propia plataforma de acceso a Internet, llamada Iddeo, compitiendo con InfoVía. El 16/10/1998 muere Jon Postel, pionero de Internet y director de la Internet Assigned Number Authority (IANA), responsable de la asignación de diversos recursos esenciales de Internet: constantes contempladas en las especificaciones de los protocolos, direcciones IP, números de Sistema Autónomo, dominios de DNS, etc. La función de la IANA había sido desempeñada desde los orígenes de Internet por un pequeño grupo de personas del Information Sciences Institute (ISI) de la University of Southern California (USC), lideradas por Jon Postel, cuya autoridad emanaba de la confianza que les había otorgado tradicionalmente la comunidad Internet y de su prestigio y buen hacer a lo largo de los años. Poco después de la muerte de Jon Postel, se crea la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), con objeto de encargarse de cierto número de tareas realizadas con anterioridad por la IANA. Dichas tareas incluyen la gestión y coordinación de la asignación de nombres de dominio de DNS y de direcciones IP a nivel mundial. El nacimiento de ICANN supuso el comienzo de una nueva era en la forma en la que Internet se gobierna. En su numeroso consejo de administración (elegido mediante un complejo sistema de nominaciones y votaciones), siempre hay una amplia representación internacional. Desde su creación dos españoles han sido miembros del «Board of Directors» de ICANN: Eugenio Triana (<i>centro</i>), desde octubre de 1998 (fue uno de los 9 directores iniciales de ICANN) hasta noviembre de 2000, y Amadeu Abril (<i>abajo</i>), entre 1999 y junio de 2003.</p>



	<p>Aunque ICANN es una organización sin ánimo de lucro y de marcado carácter internacional, sus atribuciones dimanan del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Esta forma de tutela es fuente cada vez mayor de conflicto. La forma de organizar el gobierno de Internet a nivel mundial es uno de los temas más candentes en la actualidad y será objeto de debate por parte de los mandatarios de todo el mundo en la segunda parte de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (WSIS - World Summit on the Information Society), a celebrar en Túnez en noviembre de 2005.</p>
<b>Diciembre 1998:</b>	<p>Liberalización total de las Telecomunicaciones. Fin de InfoVía. Nace InfoVía Plus.</p>
<b>Enero 1999:</b>	<p>British Telecom (BT) compra Arrakis, uno de los mayores proveedores de acceso residencial a Internet en España, por 1.800 millones de pesetas.</p>
<b>Marzo 1999:</b>	<p>Se regulan las condiciones para la provisión del acceso indirecto al bucle de abonado de la red pública telefónica fija, así como la introducción de la tecnología ADSL que permite el acceso a Internet a mayor velocidad y con tarifa plana. La Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos aprueba la tarifa plana para Internet. Telefónica compra el portal Olé!, primer buscador español, por dos mil millones de pesetas. Telefónica lanza el portal Terra. Uni2 compra CTV-Jet.</p>
<b>Abril 1999:</b>	<p>Puesta en marcha de CATNIX (punto neutro para el intercambio del tráfico Internet con origen y destino en Cataluña). Miquel Huguet, Director del CESCA, es el Secretario General del Comité Ejecutivo y el Presidente del Comité Técnico del CATNIX, aparte de uno de sus principales impulsores.</p>
	 
<b>Junio 1999:</b>	<p>Retevisión ofrece el acceso a Internet gratuito.</p>
<b>Julio 1999:</b>	<p>La ONCE desarrolla un sistema que permitirá a los ciegos navegar por Internet. La Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes empieza a funcionar con un fondo bibliográfico de 2.000 obras clásicas en castellano accesibles gratuitamente a través de Internet.</p>
<b>Septiembre 1999:</b>	<p>Se promulga el Real Decreto-Ley 14/1999, sobre firma electrónica, que regula el uso de la firma electrónica, el reconocimiento de su eficacia jurídica y la prestación al público de servicios de certificación.</p>
<b>Octubre 1999:</b>	<p>Conexión de las redes académicas y de investigación europeas a Abilene (red de Internet2) en Nueva York a 45 Kbps, lo que hace posible que investigadores españoles participen en nuevas aplicaciones con las universidades de EEUU.</p>
<b>Noviembre 1999:</b>	<p>Terra, filial de Telefónica para la prestación de servicios de Internet, sale a bolsa, siendo la primera compañía española de Internet en cotizar en</p>

	bolsa. El precio inicial de la acción fue de 11,81 euros y la demanda de sus acciones fue tan grande que se tuvieron que dar por sorteo. Al poco tiempo el precio de la acción se había multiplicado por 15, fruto de la fuerte especulación que rodeaba a todo lo relacionado con Internet en esa época ( <i>boom de Internet</i> ).
<b>Enero 2000:</b>	Se completa la liberalización de las telecomunicaciones. Según un estudio de la Asociación de Usuarios de Internet, España es el penúltimo país de Europa en el uso de Internet. Lo utiliza el 8,5 por 100 de la población, unos tres millones de usuarios.
<b>Febrero 2000:</b>	La cotización de Terra alcanza su máximo histórico en 157,6 euros por acción.
<b>Marzo 2000:</b>	El Ministerio de Fomento aprueba una Orden Ministerial por la que regula los nombres de dominio bajo el código de país «.es» asociado a España en Internet, lo que supone el fin de la «alegalidad» con la que se venía funcionando en este importante asunto desde los orígenes de Internet en España. El Ministerio del Interior publica en Internet los resultados de las elecciones generales, alcanzando los cinco millones de páginas visitadas en un solo día. Sólo 4.000 españoles usan todavía ADSL.
<b>Mayo 2000:</b>	Telefónica anuncia que su filial Terra ha comprado el portal estadounidense LYCOS por 12.500 millones de dólares.
<b>Junio 2000:</b>	Unos cuatro millones de usuarios utilizan Internet en España.
<b>Octubre 2000:</b>	Consejo de Ministros decide que la Entidad Pública Empresarial Red.es, adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, sea la entidad que registre y mantenga los nombres de dominio bajo «.es».
<b>Noviembre 2000:</b>	Entra en vigor la tarifa plana para acceso a Internet.
<b>Enero 2001:</b>	Más de seis millones de usuarios de Internet en España.
<b>Noviembre 2001:</b>	Entra en servicio la nueva red GÉANT, red de investigación pan-europea de alta velocidad sucesora de TEN-155. Su presupuesto es de 40 millones de euros por año, y cuenta con ayuda económica de la Comisión Europea dentro de su 5.º Programa Marco. RedIRIS se conecta a 2,5 Gbps.
<b>Diciembre 2001:</b>	A finales del año 2001 el grado de penetración de Internet en España supera el 20 por 100 con más de siete millones de usuarios habituales.
<b>Enero 2002:</b>	Puesta en marcha de EuskoNIX (punto neutro para el intercambio del tráfico Internet con origen y destino en el País Vasco). Josu Aramberrí, uno de los pioneros de Internet en el País Vasco, es su principal impulsor y su primer Coordinador.



<b>Junio 2002:</b>	Más de 2,3 millones de hogares conectados a Internet en España (17 por 100 del total).
<b>Octubre 2002:</b>	Entrega en el teatro Campoamor de Oviedo del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2002 a: Vinton Cerf, Lawrence Roberts, Tim Berners-Lee y Robert Kahn, «padres» de Internet, ordenadas de izquierda a derecha, respectivamente.
	
<b>Enero 2003:</b>	Más de ocho millones de usuarios de Internet en España.
<b>Abril 2003:</b>	Puesta en marcha de GALNIX (punto neutro para el intercambio del tráfico Internet con origen y destino en Galicia). José Carlos Pérez Gómez, responsable de comunicaciones del CESGA y responsable técnico de RECETGA, Rede de Ciencia e Tecnoloxía de Galicia, uno de los principales participantes en su diseño y puesta en marcha.
	
<b>Junio 2003:</b>	Más de 3,5 millones de hogares conectados a Internet en España (25 por 100 del total).
<b>Noviembre 2003:</b>	81,7 por 100 de las empresas españolas con más de diez empleados conectadas a Internet.
<b>Diciembre 2003:</b>	Más de diez millones de usuarios de Internet en España.
<b>Enero 2004:</b>	La Entidad Pública Empresarial Red.es se hace cargo de RedIRIS, relevando al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) tras diez años exactos al frente de su gestión. Víctor Castelo deja la dirección de RedIRIS.
<b>Abril 2004:</b>	Cerca de doce millones de personas son usuarios de Internet en España (33 por 100 de la población).
<b>Junio 2004:</b>	Más de 4,5 millones de hogares conectados a Internet en España (30 por 100 del total).
<b>Noviembre 2004:</b>	87,44 por 100 de las empresas españolas con más de diez empleados conectadas a Internet.
<b>Enero 2005:</b>	Volumen de ventas a particulares a través de Internet (B2C) en 2004 superior a los 1.835 millones de euros (incremento de más de un 20 por 100 respecto a 2003).
<b>Mayo 2005:</b>	12.847.000 de usuarios habituales de Internet en España (34,6 por 100 de la población), observándose una ralentización en el ritmo de crecimiento.

<b>Junio 2005:</b>	Importante rebaja en las tarifas de registros de dominios bajo «.es» para fomentar su empleo en España frente a otras opciones: (a 32 euros: cuotas de asignación y de renovación anual de dominios de 2.º nivel) (a 13,5 euros: cuotas de asignación y de renovación anual de dominios de 3.º nivel)
<b>Julio 2005:</b>	Terra, sale de la Bolsa.
<b>Octubre 2005:</b>	Más de cuatro millones y medio de conexiones de Banda Ancha (3,5 millones de ADSL y 1 millón por cable). El 25 de octubre se celebra el primer Día de Internet en España.

Vemos que, en su etapa inicial, la historia de Internet en España estuvo íntimamente ligada a la del Servicio Internet de RedIRIS y que, durante los primeros años, tan sólo surgió una alternativa comercial que ofreciera acceso pleno a Internet: Goya Servicio Telemáticos (proveedor surgido en 1992 de la evolución EUnet España hacia el campo comercial), que vendía sus servicios Internet de forma pionera para todo tipo de empresas y particulares.

A pesar de que entre finales de 1994 y finales de 1995 surgen más de 20 proveedores nuevos (Servicom, Sarnet, Cinet, Intercom, Abaforum, Asertel, Off-Campus, etc.), fruto de la entrada en el mercado español de los servicios de tránsito a Internet de grandes compañías telefónicas (Telefónica, BT, Sprint) y de informática (IBM, ICL-Fujitsu), el crecimiento de la parte comercial era todavía relativamente lento, debido fundamentalmente a los elevados costes de las llamadas telefónicas que tenían que soportar los usuarios para acceder a Internet. Esta situación vino a cambiar radicalmente en diciembre de 1995, tras el lanzamiento del servicio InfoVía de Telefónica, gracias al cual y mediante la marcación de un número único (055), los usuarios podían acceder desde cualquier punto de España a sus proveedores de Internet o ISPs a coste de llamada local.

Durante los 3 años de existencia de InfoVía, se produjo un gran impulso en la penetración de Internet en España fuera de los entornos universitarios y de investigación tradicionales, donde hasta entonces se concentraban la inmensa mayoría de internautas, superándose los 2 millones de usuarios estimados a finales de 1998, coincidiendo con la liberalización total de las telecomunicaciones y, como consecuencia, con el fin de InfoVía.

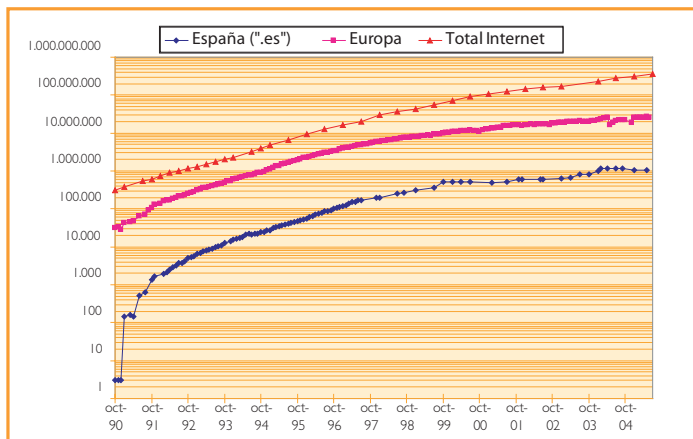
Como contrapartida, la práctica eliminación de las barreras para convertirse en proveedor (al no ser necesaria inversión en red), produjo un crecimiento desmesurado en el número de ISPs en España, fragmentando en demasía el mercado, de forma que los usuarios estaban repartidos entre muchos ISPs, por lo general bastante pequeños y (voluntarismos y esfuerzos personales heroicos aparte) sin suficientes recursos para la prestación del servicio en unas condiciones mínimas de disponibilidad y calidad. En el momento álgido de InfoVía llegó a haber más de 800 ISPs en España (¡el 10 por 100 de los existentes en todo el mundo!), una cifra desorbitada que provocó una competencia extrema, empobreciendo al sector.

Desde principios de 1999, con la liberalización del mercado, el número de usuarios de Internet en España no ha parado de crecer y el de proveedores de decrecer, habiéndose dado una sana (aunque en algunos casos bastante traumática) concentración de proveedores de acceso y una paulatina mejora de la calidad de servicio.

La especulación comercial desmesurada sobre cualquier asunto relacionado con Internet en España y en todo el mundo, dio lugar a principios de esta década a la explosión de la llamada «burbuja de Internet» y a la desaparición de muchas «punto.com», como se llamaba entonces a las empresas que ofrecían sus servicios en la Red, muchas de las cuales habían logrado atraer a numerosos inversores para su financiación, alcanzando una valoración bursátil muy por encima de los activos que estaban manejando y de sus expectativas de negocio. Ahora, tras las alegrías y la locura impuestas por la mal llamada «nueva economía», las aguas parece



El lanzamiento del servicio InfoVía de Telefónica en diciembre de 1995, que permitía el acceso asequible a Internet (a precio de llamada local en todo el territorio nacional), supuso un hito muy importante en la difusión masiva de Internet a todo tipo de usuarios, más allá de los ámbitos académicos y de investigación y de algunas empresas punteras donde estaba fundamentalmente concentrado hasta entonces



que han vuelto a su cauce y cualquier movimiento se analiza con unos criterios de negocio tradicionales.

En la actualidad España ocupa el 12.º puesto en el ranking mundial en cuanto a número de usuarios con un total de 14,5 millones de internautas, y en cuanto a penetración de Internet en la población, se sitúa en el puesto 14.º con un 34 por 100 sobre

población (frente al 49 por 100 de la Unión Europea o el 37 por 100 de toda Europa), un porcentaje similar al de hogares conectados.

España acusa cierto retraso respecto a los países de nuestro entorno, en lo que a implantación y utilización de las nuevas tecnologías de la información se refiere, y, por tanto, es necesario hacer un importante esfuerzo inversor y de coordinación de todas las Administraciones, el mundo empresarial y la sociedad en general, para que podamos alcanzar a los países más punteros de la Unión Europea.

El actual gobierno español, por medio de su Secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, D. Francisco Ros, se ha marcado como prioridad fundamental el diseño y la aplicación de políticas que contribuyan al aumento de la productividad y competitividad de la economía nacional por medio de la adopción de las tecnologías de la información, para las que la extensión de Internet es esencial<sup>55</sup>. Entre las medidas prioritarias están: la implantación de las nuevas tecnologías en todos los niveles de la educación, la potenciación de la administración electrónica y la reducción de la brecha digital todavía existente entre unas regiones o zonas concretas y otras.

## Colofón

Internet supone la encarnación real de una idea esencial que hasta hace poco parecía utópica: la filosofía abierta de comunicaciones, que posibilita un sistema universal de comunicaciones capaz de acomodar la más absoluta diversidad. Gracias al esfuerzo, entusiasmo y sabia cooperación de muchísimas personas, en distintas etapas de su evolución y desde diversos lugares geográficos (incluida España), esta utopía se ha hecho realidad y empezamos a recoger sus inmensos frutos.

¡La aventura acaba de empezar!

## Bibliografía

- Barberá, J., Blánquez, C., Martínez, I. «Principios, características, servicios y procedimientos». Documento Programa IRIS, julio 1988.
- Barberá, J. «El Programa IRIS: Historia, situación actual, organización». Boletín del Programa IRIS, n.º 2-3, octubre 1989.



Evolución del número de equipos (host) conectados a Internet en España/Europa/Total (Fuente: Miguel A. Sanz con datos de «DNS Hostcounts» de RIPE y otras fuentes)

Los «padres» de Internet Vinton Cerf (co-inventor de TCP/IP, de pie primero por la izquierda), Robert Kahn (co-inventor de TCP/IP, de pie en el centro), Lawrence Roberts (director de ARPANET, de pie segundo por la derecha) y Tim Berners-Lee (inventor del WWW, de pie primero por la derecha), posando juntos tras recibir el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2002, en palabras del Jurado, «por su contribución pionera al desarrollo de Internet y de la World Wide Web, sin duda uno de los avances tecnológicos más importantes de nuestro tiempo». Junto a ellos, también posa en esta foto histórica, José Barberá, «padre» de Internet en España (delante segundo por la izquierda) y otros personajes destacados de la Internet española: José Luis Pardos (delante segundo por la derecha), Manuel Sanromà (delante primero por la izquierda) y Andreu Veà (de pie segundo por la izquierda). (Fuente: Cortesía de José Barberá)

<sup>55</sup> En palabras del propio Secretario de Estado durante la inauguración del Broadband World Forum celebrado en Madrid el día 3 de octubre de 2005: «La extensión de Internet como plataforma común para todo tipo de servicios digitalizados, constituye hoy en día un factor estratégico para el desarrollo económico y el progreso social de los países avanzados».

- Barberá, J. «Estrategia para la implantación de la Red Nacional de I+D». Boletín del Programa IRIS, n.º 9-10, diciembre 1990.
- Barberá, J. «Veinticinco años de Internet: una retrospectiva autobiográfica». Boletín de RedIRIS, n.º 32, julio 1995. <http://www.rediris.es/rediris/boletin/32/enfoque2.html>
- Barberá, J. «Retazos de una década prodigiosa». Boletín de Red IRIS, n.º 44, julio 1998, pp. 21-24 <http://www.rediris.es/rediris/boletin/44/enfoque2.html>
- Bates, T., Terpstra, M. «IP networking on IXI». Documento RIPE, n.º 36, mayo 1991. <ftp://ftp.ripe.net/ripe/docs/ripe-036.txt>
- Berrocal, J., Fernández, D., Pastor, E., Riera, J. «ARTIX: Interconexión con subredes X.25». Boletín del Programa IRIS, n.º 2-3, octubre 1989.
- Berrocal, J., Fernández, D., Pastor, E., Riera, J. «Balance y expectativas de ARTIX». Boletín del Programa IRIS, n.º 5, febrero 1990.
- Blánquez, C. «La red IXI una experiencia en marcha». Boletín del Programa IRIS, n.º 8, septiembre 1990.
- Blánquez, C. «El servicio de transporte de IRIS». Boletín del Programa IRIS, n.º 9-10, diciembre 1990.
- Blánquez, C. «La infraestructura de transporte de RedIRIS». Boletín de RedIRIS, n.º 20-21, diciembre 1992.
- Campos, M.A. «La Red EARN». Boletín del Programa IRIS, n.º 2-3, octubre 1989.
- Castelo, V., Sanz, M.A. «Internet en el mundo académico y de I+D en España». Novática (Revista de la Asociación de Técnicos de Informática), n.º 110, julio-agosto 1994.
- Cerf, V. «How the Internet Came to Be». «The Online User's Encyclopedia», Bernard Aboba. Addison-Wesley Publishing Company, noviembre 1993.
- Internet Society (ISOC). Servidor Web. Sección «All About The Internet - History of the Internet». <http://www.isoc.org/internet/history/>
- Leiner, B.M. et al. «A Brief History of the Internet, version 3.32». Revisión: diciembre 2003. <http://www.isoc.org/internet/history/brief.shtml>
- Mañas, J.A. «EUnet en España». Boletín del Programa IRIS, n.º 2-3, octubre 1989.
- Martínez, I. «Servicios IP en IRIS». Boletín del Programa IRIS, n.º 9-10, diciembre 1990.
- Martínez, I. «RedIRIS en la Internet I: Una panorámica general de la Internet». Boletín de RedIRIS, n.º 20-21, diciembre 1992.
- Mollinedo, A. *FAENET*: «Red Española de Cálculo para la Física de Altas Energías». Boletín del Programa IRIS, n.º 4, diciembre 1989.
- Sánchez, G. *RICA*: «Red Informática Científica de Andalucía». Boletín del Programa IRIS, n.º 0, abril 1989.
- Sánchez-Seco, J. *El ES-NIC (Network Information Centre Español)*. E.U.I.T. de Telecomunicación UPM, Trabajo Fin de Carrera, marzo 1996.
- Sanz, M. A. «Backbone IP». Boletín de RedIRIS, n.º 16, marzo 1992, págs. 7-8.
- Sanz, M. A. «RedIRIS en la Internet II: Servicio IP de RedIRIS». Boletín de RedIRIS, n.º 20-21, diciembre 1992.
- Sanz, M. A. «A, B, C de Internet». Boletín de RedIRIS, n.º 28, julio 1994, págs. 15-30. <http://www.rediris.es/rediris/boletin/28/enfoque1.html>
- Sanz, M. A. *Evolución del servicio Internet de Red IRIS*. Proyecto Fin de Carrera. Madrid, Escuela Técnica de Ingenieros Superiores de Telecomunicaciones, U.P.M, 1997. (Director: José Barberá).
- Sanz, M. A. «Fundamentos históricos de la Internet en Europa y en España». Boletín de RedIRIS, n.º 45, octubre 1998, págs. 22-36. <http://www.rediris.es/rediris/boletin/45/enfoque2.html>
- Veà, A. *Historia, Sociedad, Tecnología y Crecimiento de la Red. Una aproximación divulgativa a la realidad más desconocida de Internet*. Tesis Doctoral, Facultad de Ingeniería Electrónica e Informática, Universitat Ramon Llull, septiembre 2002. (Director: Jordi Dalmau). <http://www.tdx.cesca.es/TDX-1104104-101718/>
- Zakon, R. H. «Hobbes' Internet Timeline v8.1.» Revisión: agosto 2005. <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>





Uno de los sectores que cuenta con mayor fortaleza y presencia dentro del mercado de las Tecnologías de la Información y de las Telecomunicaciones es, sin duda alguna, el sector de la telefonía móvil. No sólo por el fuerte crecimiento económico que ha experimentado en pocos años, sino también porque ha simbolizado el paradigma de la liberalización de las telecomunicaciones en muchos países del mundo y porque ha constituido, junto con Internet, el motor de cambio económico y social más importante de los últimos tiempos.

La evolución de los  
servicios de  
telecomunicación

# El servicio de telefonía móvil en España

Antonio Pérez Yuste<sup>1</sup>

Uno de los sectores que cuenta con mayor fortaleza y presencia dentro del mercado de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones es, sin duda alguna, el sector de la telefonía móvil. No sólo por el fuerte crecimiento económico que ha experimentado en pocos años, sino también porque ha simbolizado el paradigma de la liberalización de las telecomunicaciones en muchos países del mundo y porque ha constituido, junto con Internet, el motor de cambio económico y social más importante de los últimos tiempos.

En este capítulo se relata la génesis y el desarrollo que ha experimentado la telefonía móvil en España, para lo cual se ha seguido un criterio de ordenación basado en lo que se ha dado en llamar las «generaciones» de telefonía móvil. De acuerdo con este criterio, se conoce como primera generación de telefonía móvil aquellos sistemas basados en tecnología analógica que se desarrollaron a lo largo de la década de 1970 y 1980. Es el caso del sistema norteamericano AMPS y del europeo NMT, entre otros.

El perfeccionamiento que experimentaron las técnicas de acceso múltiple por división en el tiempo, así como las de procesado de la voz y las de codificación y modulación de la señal en la década de 1980, unido al avance producido en el campo de la microelectrónica, trajó consigo una expansión natural de la tecnología digital al mundo de las comunicaciones móviles. Como resultado de ello, a principios de la década de 1990 apareció la segunda generación de telefonía móvil, cuyo paradigma mundial ha sido, y sigue siendo, el sistema europeo GSM.

El «boom» del fenómeno Internet y el surgimiento de la conocida como «economía digital» o «nueva economía» a finales de la década de 1990, forzaron el desarrollo de una nueva generación de telefonía móvil, la tercera, cuando ni siquiera estaba aún madura la anterior. Con esta tercera generación se buscaba, principalmente, convertir los terminales propios de la segunda generación en complejas plataformas inalámbricas para comunicaciones multimedia de banda ancha. Así surgió el sistema universal de telecomunicaciones móviles UMTS, conocido en un plano más técnico como IMT-2000. Desafortunadamente, el estallido de la «burbuja tecnológica» coincidiendo, irónicamente, con el cambio de siglo, puso en evidencia el «cuento de la lechera» en el que llegó a convertirse la tercera generación en sus primeros años. Afortunadamente, en estos momentos se están escribiendo los últimos capítulos de ese cuento y la telefonía móvil de tercera generación comienza por fin a ser una realidad en la calle.

<sup>1</sup> Doctor Ingeniero de Telecomunicación y Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

## Contexto histórico-técnico

Desde un punto de vista conceptual, la telefonía móvil representa un ámbito tecnológico muy concreto comprendido dentro del campo más general de las comunicaciones móviles. Como tal, puede decirse que las comunicaciones móviles existen desde los primeros experimentos llevados a cabo a finales de siglo XIX. Empero, no es sino con el desarrollo práctico de la tecnología celular durante la década de los setenta del pasado siglo, cuando la telefonía móvil adquiere carta de naturaleza propia tal y como la conocemos en la actualidad.

Los principios teóricos de la tecnología celular fueron establecidos por D. H. Ring cuando trabajaba en los Laboratorios Bell (Bell Labs) de los Estados Unidos. En un informe técnico, de ámbito corporativo, fechado el 11 de diciembre de 1947, Ring proponía utilizar una red de transmisores de baja potencia, instalados siguiendo un patrón de despliegue hexagonal, de forma que la contribución de todos ellos permitiera cubrir toda el área de servicio. Asimismo, Ring proponía en su informe la reutilización de frecuencias como medio para conseguir una mejor eficiencia espectral, así como el traspaso de llamadas entre transmisores como forma de garantizar la continuidad de una comunicación<sup>2</sup>.

Ring, sin embargo, no se preocupó de la realización práctica de un sistema de estas características. De hecho, ni la tecnología de la época estaba suficientemente desarrollada, ni el número de frecuencias necesario para su implementación se encontraba disponible en esos momentos. Así las cosas, no se produjo ningún avance destacado en este terreno hasta que Amos E. Joel, también de los Bell Labs, construyó en 1970 un enorme sistema electrónico con capacidad suficiente como para gestionar una red de telefonía móvil celular como la ideada por Ring más de veinte años atrás. En la patente que Joel presentó, describía su equipo de la siguiente manera<sup>3</sup>:

*«Se trata de un sistema de telefonía celular de alta capacidad diseñado para establecer y mantener la comunicación con estaciones móviles que pasen desde la zona de cobertura de un transmisor a la zona de cobertura de otro. Para ello, un centro de control calcula la posición de las estaciones móviles de forma que el centro de conmutación pueda transferir la llamada desde el circuito que ocupa en una célula a otro disponible en la célula contigua, liberando a continuación el primero».*

Pero más que el estado de la técnica, lo que verdaderamente frenó el desarrollo de la telefonía móvil celular en los Estados Unidos, fue el agrio enfrentamiento que el Departamento de Justicia de ese país mantenía con la AT&T debido a la situación de predominio de la que gozaba esta corporación en el mercado de las telecomunicaciones. Debido a ello, la Federal Communications Commission (FCC) se resistía a conceder a la AT&T nuevas frecuencias para la realización de ensayos de comunicaciones móviles, temiendo que de hacerlo se pusiera en serios aprietos la viabilidad comercial de un conjunto de nuevas empresas, pequeñas e independientes, conocidas como Radio Common Carriers (RCC). Estas empresas se dedicaban a ofrecer servicios corporativos utilizando sistemas privados de radio para flotas de vehículos, sistemas de radiocomunicaciones tierra-aire y tierra-mar, sistemas de radiomensajería u otros sistemas similares.

Asimismo, el crecimiento imparable que estaba experimentando la industria de la televisión en los Estados Unidos y su más que evidente transformación en un medio de comunicación de masas, necesitaba también de una utilización espectral que la FCC se mostraba mucho más dispuesta a satisfacer que no las peticiones de la AT&T para la ampliación y mejora de los servicios de telefonía móvil<sup>4</sup>.

2 Carr; Robert, «The Cellular Telephone», capítulo incluido en el libro *The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation*, editado por «The National Science Foundation», 1998. Carr señala que el informe técnico de Ring se presentó bajo el título *Mobile Telephony-Wide Area Coverage* y destaca, asimismo, que nunca llegó a ser publicado.

3 Joel, Amos E., *Mobile Communication System*, Patente de invención U.S. 3663762, solicitada el 21 de diciembre de 1970, concedida el 16 de mayo de 1972.

4 En 1952, la FCC autorizó la utilización de la banda de UHF (470 a 890 MHz), concediendo setenta nuevos canales a la industria de la televisión (del 14 al 83).

Ante semejante posición, las investigaciones sobre telefonía móvil celular en los Bell Labs pasaron a un segundo plano, concentrándose en su lugar en mejorar los sistemas de comunicaciones móviles existentes y en desarrollar nuevos modelos matemáticos de propagación y de sistemas de diversidad para el canal radio.

Sin embargo, la creciente demanda de servicios de telefonía móvil que se produjo en los Estados Unidos a finales de la década de 1960, con la consiguiente presión social, obligó a la FCC a buscar una salida mediante la reutilización de una parte del espectro de UHF, en la banda de los 800 MHz, que estaba siendo escasamente utilizado por la televisión<sup>5</sup>. La FCC recuperó un total de 115 MHz de los que asignó 64 MHz para servicios de comunicaciones móviles terrestres, 40 para servicios privados de radio y 11 para servicios de comunicaciones tierra-aire, autorizando a la AT&T, en 1970, a realizar los primeros ensayos de su sistema de telefonía móvil celular en las ciudades de Newark y Philadelphia.

Las pruebas, realizadas con el equipo diseñado por Joel, fueron plenamente satisfactorias y un año más tarde, la AT&T disponía ya de todos los resultados necesarios. En un minucioso informe dirigido a la FCC a finales de 1971, la AT&T informaba no sólo sobre la tecnología empleada, sino también sobre las características del servicio, las posibilidades de crecimiento, los costes del sistema y la opinión de los usuarios que habían participado en los ensayos. Este informe representa uno de los documentos clave en el desarrollo de la telefonía móvil y fue la base del sistema que pocos años después llegaría a ser conocido como Advance Mobile Phone Service o AMPS<sup>6</sup>.

La inauguración oficial del primer sistema AMPS de la AT&T tuvo lugar en la ciudad de Chicago; primero en fase de pruebas, desde julio de 1978, y luego en fase comercial, a partir del 13 octubre de 1983. Poco tiempo después, en abril de 1984, entró en funcionamiento la segunda red AMPS en el corredor que une las ciudades de Baltimore y Washington<sup>7</sup>.

La demora acumulada por la AT&T fue aprovechada por el fabricante de equipos electrónicos Motorola quien, junto con uno de los operadores de radio independientes (RCCs), la American Radio Telephone Service (ARTS), desarrolló su propio sistema de telefonía móvil celular, conocido después como Cellular One. Para sorpresa de la AT&T, el sistema de Motorola entró en funcionamiento, por primera vez, en el corredor de Baltimore a Washington en diciembre de 1983, adelantándose al suyo en unos meses<sup>8</sup>.

El componente más emblemático del sistema de Motorola fue, sin duda, su terminal móvil DynaTAC 8000x (ver figura 1), el cual se hizo tremendamente popular pese a que su precio inicial rondaba los 4.000 dólares de la época. Fue lanzado comercialmente el 6 de marzo de 1983, siendo el primer teléfono personal en ser homologado por la FCC, de ahí que se le considere el primer teléfono móvil de la historia<sup>9</sup>.

El retraso producido en los Estados Unidos en la comercialización de la telefonía móvil, fue aprovechado en otros países del mundo para crear sus propios sistemas celulares. Principalmente, fue el caso de los países nórdicos europeos y de Japón.

A principios de los años sesenta, la operadora sueca Televerket (Telia, a partir de 1994), por una parte, y el operador japonés NTT, por otra, habían llegado a un callejón sin salida al pretender ampliar la cobertura de sus respectivos sistemas de radiotelefonía. La limitación de potencia de los equipos, su excesivo coste y, sobre todo, la saturación espectral, hacían necesario un cambio de paradigma.



Figura 1. Teléfono móvil DynaTAC 8000x de Motorola. Lanzado comercialmente el 6 de marzo de 1983, fue el primer teléfono personal en ser homologado por la FCC norteamericana, de ahí que se le considere el primer teléfono móvil de la historia

5 La FCC recuperó los canales 70 a 83 de televisión, así como algunas frecuencias de la parte del espectro que se encontraba por encima.

6 Young, W.R., «Advanced Mobile Phone Service: Introduction, Background and Objectives», *Bell System Technical Journal*, vol. 58, n.º 1, enero, 1979.

7 La AT&T había creado la compañía Advanced Mobile Phone Service Inc. en 1982, para explotar comercialmente el servicio AMPS. Sin embargo, con el desmembramiento de la AT&T, los activos del sistema de telefonía móvil celular instalados en Chicago acabaron en manos de una de las compañías operadoras regionales Bell (Regional Bell Operating Companies, RBOCs), la Ameritech Mobile Communications, y los activos del corredor Baltimore-Washington terminaron en manos de otro diferente: Bell Atlantic Mobile Service.

8 Davis, John H., «Cellular Mobile Telephone Services», capítulo incluido en el libro *Managing Innovation: Cases from the Services Industries*, editado por The National Academy of Engineering, 1988.

9 El DynaTAC 8000x de Motorola pesaba 785 gramos y tenía unas dimensiones de 300x44x89 mm. Su batería le permitía una autonomía de una hora en conversación y de ocho horas en espera.

De alguna manera, ambas compañías pudieron tener conocimiento de los trabajos que, en ese sentido, venían desarrollándose en los Bell Labs, porque tanto Televerket<sup>10</sup> como NTT<sup>11</sup>, por separado, propusieron en 1967, como alternativa a sus sistemas de radiotelefonía tradicionales, el despliegue de sistemas celulares de telefonía móvil.

Se sabe que en mayo de 1960, unos investigadores de los Bell Labs publicaron dos artículos en la revista «IRE Transactions on Vehicular Communications», dando cuenta de los trabajos que venían realizándose en los famosos laboratorios en el campo de la telefonía móvil celular<sup>12</sup>. Ya entonces, dicha revista tenía una amplia difusión mundial y aquellos dos fueron, desde luego, los primeros artículos de dominio público en los que se trataba la tecnología celular; de modo que bien pudieron insuflar un aliento de inspiración en los departamentos de investigación de Televerket y de NTT. Pese a todo, conviene dejar claro que se trata de una conjetura que no ha podido ser demostrada.

En Japón, la NTT desarrolló su propio sistema de telefonía móvil celular y para diciembre de 1979 inauguró su primera red comercial en la ciudad de Tokyo, adelantándose en esa efeméride a los Estados Unidos<sup>13</sup>. Se trataba de un sistema muy costoso que apenas podía financiarse con el limitado mercado nipón, razón por la cual fue sustituido a los pocos años por una versión mejorada del AMPS norteamericano.

En Suecia, por el contrario, se siguió una estrategia diferente que, si bien dio lugar a un desarrollo algo más lento, habría de servir, más tarde, como modelo a seguir para la segunda generación de telefonía móvil. Gösta Asdal, jefe de operaciones de telefonía móvil de Televerket, presentó al pleno de la Conferencia Nórdica de Telecomunicaciones, en 1969, la idea de aunar esfuerzos económicos y humanos para crear un sistema celular de telefonía móvil «pannórdico». La propuesta fue recibida con enorme entusiasmo e inmediatamente se creó un grupo de trabajo conjunto con representantes de los PTT (organismos públicos de telecomunicaciones) nórdicos —Suecia, Finlandia, Noruega y Dinamarca— que recibió el nombre de Nordic Mobile Telephone (NMT).

El primer informe del grupo NMT fue publicado en 1970 y en él se sacaba la conclusión de que un proyecto de las dimensiones del propuesto por Gösta Asdal tardaría al menos diez años en hacerse realidad. En su lugar, el grupo recomendó establecer provisionalmente un sistema manual de telefonía móvil, no celular, según un estándar común escandinavo, que sirviera para atender la fuerte demanda de este tipo de servicio que estaba produciéndose en los países nórdicos. Así, en diciembre de 1971, se introdujo el sistema de telefonía móvil MTD (Mobile Telephone-System D), que se mantuvo en funcionamiento hasta 1987<sup>14</sup>.

Entre tanto, el grupo NMT siguió trabajando en las especificaciones técnicas del nuevo sistema y en su previsión de costes, de forma que para 1975 se tuvo prácticamente terminada su descripción de funcionamiento y para 1977 pudieron, finalmente, realizarse las primeras pruebas de campo en la ciudad de Estocolmo.

A pesar de que los resultados fueron muy satisfactorios, la comercialización del primer sistema NMT aún habría de demorarse unos años más, evento este que, paradójicamente, no habría de producirse en ninguno de los países nórdicos, sino en Arabia Saudí. Fue el 1 de septiembre de 1981 y el mérito es atribuible a la empresa Ericsson.

El fabricante sueco había logrado construir conmutadores de telefonía móvil y estaciones base para el grupo NMT pero, merced a un contrato millonario obtenido del gobierno saudita tiempo atrás, decidió instalarlos a modo de experiencia piloto en tres redes de telefonía móvil de dicho país: Riad, Yeddah y Dammam.

La reacción de Televerket, en Suecia, no se hizo esperar. Inmediatamente, solicitó autorización del grupo NMT para abrir al servicio comercial, el 1 de octubre, las redes que hasta ese

10 Meurling, John y Jeans, Richard, *La Crónica de Ericsson*, editado por L.M. Ericsson, Estocolmo, 2001.

11 Ikegami, F, «Mobile Radio Communications in Japan», *IEEE Transactions on Communications*, vol. 20, n.º 4, agosto 1972.

12 Se trata del artículo de W.D. Lewis, titulado «Coordinated Broadband Mobile Telephone System», pp. 43-48, y del artículo de H.J. Schulte y W.A. Cornell, titulado «Multi-Area Mobile Telephone System», pp. 49-53, publicados ambos en mayo de 1960.

13 Carr, Robert, «The Cellular Telephone», capítulo incluido en el libro *The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation*, editado por The National Science Foundation, 1998.

14 Hulten, Staffan y Mölleryd, Bengt, «Entrepreneurs, Innovation and Market Processes in the Evolution of the Swedish Mobile Telecommunications Industry», *The Eighth International Joseph A. Schumpeter Society Conference*, Manchester, UK, 28th June - 1st July 2000.

momento funcionaban en modo de pruebas en las ciudades de Estocolmo y Gotemburgo. Cada una de ellas tenía capacidad para conectar 10.000 abonados, con posibilidad de ampliación a 50.000<sup>15</sup>. Ese mismo año el NMT también empezó a funcionar en Noruega y al año siguiente le siguieron Dinamarca y Finlandia.

La creación de grupo NMT hizo que otros países europeos reaccionaran creando sus propios sistemas celulares alternativos. Es el caso de Radiocom 2000 en Francia, RTMS (Radio Telephone Mobile System) en Italia y C-Netz en Alemania, cuyas penetraciones en sus respectivos países de origen fueron más bien escasas. Otros, como el Reino Unido, optaron en cambio por desplegar una versión mejorada del sistema americano AMPS, a la que denominaron TACS (Total Access Communication System). Y, finalmente, hubo países, como España, que prefirieron importar directamente el sistema NMT nórdico, como después veremos.

## La primera generación de telefonía móvil

Antes de que la tecnología celular se convirtiera en una realidad, en algunos países del mundo se desarrollaron diferentes sistemas de comunicaciones móviles partiendo de equipos de radiocomunicación analógicos, primero en AM y después en FM. Las ventajas que aportaban los sistemas de comunicaciones móviles eran tan evidentes que su uso no tardó en ponerse al servicio de las fuerzas de seguridad públicas y, muy especialmente, al servicio de los cuerpos de policía.

Precisamente, el primer sistema práctico del que se tiene constancia fue utilizado en 1921 por la policía de la ciudad norteamericana de Detroit<sup>16</sup>. El sistema era muy parecido a una emisora de radiodifusión en AM, en el cual la estación transmisora se encontraba en el cuartel y los equipos receptores en los vehículos policiales. De ese modo, los agentes podían escuchar perfectamente las instrucciones que se daban desde la central, pero tenían que buscar una cabina telefónica para llamar desde ella cuando necesitaban responder o solicitar más información.

Durante la década de 1930 comenzó, en primer lugar, la introducción de sistemas de radiocomunicación bidireccionales, que permitían una interacción inmediata con los receptores, y de sistemas de modulación en frecuencia, después, que mejoraban apreciablemente la calidad de la señal. En esa época lo normal era trabajar con frecuencias de portadora por debajo de los 40 MHz, ya que poco o nada se conocía acerca de la propagación en frecuencias superiores, sobre todo en entornos urbanos. En ese sentido, cabe mencionar, entre otros, los estudios experimentales realizados en los laboratorios de la General Electric, en los Estados Unidos, al objeto de comparar el comportamiento de los sistemas de comunicaciones móviles en FM y AM trabajando a una frecuencia de portadora de 40 MHz<sup>17</sup>.

Después de la Segunda Guerra Mundial, el interés por la telefonía móvil fue en aumento y el 17 de junio de 1946, en la ciudad de San Luis, la compañía norteamericana AT&T inauguró el primer servicio comercial para clientes privados, conocido como MTS (Mobile Telephone Service). Funcionaba en la banda de 150 MHz y tenía seis canales, con una separación entre ellos de 60 KHz si bien, en la práctica, hubieron de utilizarse sólo tres debido a las fuertes interferencias que se producían. La experiencia fue un éxito y otras compañías, tanto dentro como fuera de los Estados Unidos, siguieron sus pasos. Sólo en ese país se inauguraron más de 25 sistemas similares en el plazo de un año<sup>18</sup>.

En Japón, el primer servicio de radiotelefonía móvil empezó a funcionar en 1948. Se trataba de un sistema de comunicaciones para la policía del que se sabe que operaba en la banda

15 Meurling, John y Jeans, Richard, *La Crónica de Ericsson*, editado por L.M. Ericsson, Estocolmo, 2001.

16 No en vano, la famosa «Ley Seca», o Ley Volstead, que entró en vigor en los Estados Unidos el 16 de enero de 1920, provocó que la ciudad de Detroit se convirtiera en un gran puerto de entrada de millones de barriles de licor que llegaban ilegalmente desde Canadá. Aquel lucrativo tráfico generó un aumento imparable de la delincuencia y la organización de mafias que la policía no podía contener. Ante esta situación, se pensó en instalar un sistema de comunicaciones móviles a bordo de los vehículos policiales, que sirviera para aumentar la eficacia de la lucha contra el crimen organizado.

17 Smith, J. S., «The History of Land-Mobile Radio Communications», *Proceedings of the IEEE, Correspondence*, vol. 51, n.º 1, enero 1963.

18 Carr, Robert, «The Cellular Telephone», capítulo incluido en el libro *The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation*, editado por The National Science Foundation, 1998.

de 30 MHz. Sin embargo, el sistema que más asombro produjo en Japón fue el que se instaló a bordo de un tren que unía las ciudades de Osaka y Nagoya. Funcionaba mediante inducción electromagnética y se abrió al uso público en 1956<sup>19</sup>.

En Europa, por su parte, Suecia fue el país pionero en el desarrollo de la telefonía móvil. Sus territorios, escasamente poblados y difícilmente accesibles, eran un impedimento para el despliegue de la telefonía fija, limitación ésta que pudo ser superada gracias al uso de la radio. A finales de 1950, Televerket instaló en Estocolmo un sistema piloto compuesto por un único transmisor, dos canales de radio dúplex y cinco estaciones móviles. La experiencia produjo resultados esperanzadores lo que llevó a Televerket a instalar dos nuevas redes: una en Estocolmo y otra en Gotemburgo, que entraron en funcionamiento en 1956. El sistema recibió el nombre de MTA y permaneció operativo hasta finales de la década siguiente, alcanzándose unos 125 abonados en total<sup>20</sup>.

En España, en cambio, la introducción de la telefonía móvil se produjo con considerable retraso. Fuera del servicio mensafónico<sup>21</sup>, el primer servicio de telefonía móvil utilizado en nuestro país empezó a ofrecerlo la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) a partir del 1 de enero de 1976. Se llamaba Teléfono Automático en Vehículos (TAV) y consistía en un sistema que utilizaba las técnicas y procedimientos de los equipos de radiotelefonía móvil privada de la época. Operaba en la banda de 160 MHz y su zona de cobertura se reducía, inicialmente, a las ciudades de Madrid y Barcelona, con capacidad máxima para 400 abonados en cada una de ellas. En años sucesivos se intentó, sin éxito, ampliar el servicio a la ciudad de Gerona, al norte de la provincia de Madrid y a parte de las provincias de Segovia y Ávila.

El sistema TAV se componía de un transceptor multicanal con potencia de transmisión y altura de antena suficientes como para asegurar la cobertura en toda el área de servicio, además de una serie de terminales receptores multicanales, muy pesados y poco funcionales, necesariamente instalados a bordo de vehículos. Además, el sistema era muy vulnerable y no podía garantizar el secreto de las comunicaciones, razón por la cual la propia CTNE desarrolló, para mejorarlo, un prototipo de «secrefono» que supuso una innovación muy novedosa para la época.

Pese a todo, el elevado precio de los terminales y las escasas posibilidades de crecimiento de la red frenaron significativamente su demanda. El número de usuarios que utilizaron el servicio fue muy reducido, limitándose casi exclusivamente al personal directivo de la propia CTNE y a los altos cargos de la Administración Pública. Por citar sólo un dato, el número de abonados del servicio TAV, cinco años después —al finalizar 1980—, sumando las redes de Madrid y Barcelona, sólo alcanzaba los 480<sup>22</sup>.

De la misma forma que sucedía entonces con el resto de servicios de telecomunicación, la CTNE explotaba el servicio TAV en régimen de monopolio. Al mismo tiempo, la propia Compañía era la única compradora tanto de los equipos necesarios para la construcción de la red, como de los equipos terminales de usuario. Esto hizo que el mercado de la telefonía móvil en España se apoyara, desde el principio, en un triple monopolio: la red soporte de las comunicaciones, la operación de los servicios y el suministro de los aparatos terminales, tanto para su venta como para su alquiler.

Al poco de conocerse el éxito de las pruebas que el grupo NMT estaba realizando en los países escandinavos, la CTNE comenzó a plantearse el despliegue de un sistema de telefonía móvil celular similar en España, que resolviese los inconvenientes del TAV. Precisamente, la celebración del Mundial de Fútbol en nuestro país, en 1982, animó a la CTNE a realizar algunas pruebas piloto con sistemas NMT. El resultado obtenido satisfizo las expectativas puestas en él y al año siguiente la operadora inició su explotación comercial bajo el nombre de TMA (Telefonía Móvil Automática), quedando restringido el servicio, inicialmente, a la ciudad de Madrid.

19 Ikegami, F., «Mobile Radio Communications in Japan», *IEEE Transactions on Communications*, vol. 20, n.º 4, agosto 1972.

20 Meurling, John y Jeans, Richard, *La Crónica de Ericsson*, Editado por L.M. Ericsson, Estocolmo, 2001.

21 El servicio mensafónico de la CTNE por el que se transmiten mensajes unidireccionales procedentes de la Red Telefónica Conmutada hacia abonados con ubicación móvil, que empezó a comercializarse en España en 1973, no puede ser considerado propiamente un servicio de telefonía móvil.

22 Compañía Telefónica Nacional de España, Memoria del Ejercicio Social de 1980.



Figura 2. Teléfono móvil Hotline 450 Combi de Ericsson para redes NMT-450, 1986. Para el servicio TMA se desarrollaron terminales de usuarios que se llevaban cogidos con un asa a modo de maletín, lo que permitía su portabilidad fuera de los vehículos

Al igual que su homólogo escandinavo, el TMA español funcionaba en la banda de 450 MHz, razón por la cual fue conocido también como TMA-450, si bien las frecuencias asignadas eran ligeramente distintas: 454,325-458,800 MHz para el enlace móvil-base y 464,325-468,800 para el enlace base-móvil. Podía operar con 180 canales dúplex de 25 kHz de ancho de banda y 10 MHz de separación entre las frecuencias de transmisión y recepción.

Desde su inauguración hasta 1986, la penetración del TMA-450 fue muy baja, no rebasándose en ese tiempo el millar de abonados. Pero fue a partir de ese año cuando se inició definitivamente el despegue de la telefonía móvil en España. En mayo, el TMA-450 entró en servicio en las ciudades de Barcelona, Málaga, Sevilla, Cádiz y Segovia, además de ampliarse su capacidad de tráfico en Madrid; y en julio, el Gobierno aprobó el nuevo Reglamento de Servicio de Telefonía Móvil Automática que, entre otras cosas, liberalizaba los terminales de usuario adelantándose a lo que luego sería un hecho general en la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones de 1987<sup>23</sup>.

Esta medida, que permitió la venta de terminales de forma directa, demostró ser muy acertada ya que contribuyó a su abaratamiento y, por ende, a su expansión. Tres empresas consiguieron entonces la homologación de sus terminales por la propia Telefónica y por los Ministerios de Industria y Energía y de Transportes, Turismo y Comunicaciones: Standard Eléctrica, Industrias de Telecomunicación (Intelsa) y la recién creada Industria Electrónica de Comunicaciones (Indelec)<sup>24</sup>. Curiosamente, la CTNE era accionista de referencia en las tres compañías, situación que compartía con la corporación norteamericana IT&T, en la primera, la sueca Ericsson, en la segunda, y la holandesa Philips, en la tercera.

A partir de 1987, el servicio TMA superó todas las expectativas. Los terminales de usuario, aún siendo todavía aparatosos, eran más manejables que los del TAV y, lo que es más importante, eran más baratos. Además, se desarrollaron equipos portátiles que se llevaban cogidos con un asa a modo de maletín, lo que permitía continuar utilizando el teléfono móvil fuera de los vehículos (ver figura 2).

Como colofón a la estrategia empresarial emprendida por su Presidente, Luis Solana<sup>25</sup>, en 1988 la CTNE cambió su denominación social por la de Telefónica de España<sup>26</sup> y el 11 de octubre de ese mismo año creó Telefónica Servicios Uno (TS1), a la que traspasó su negocio de telefonía móvil, además de sus participaciones en otras empresas de servicios de valor añadido como la Compañía Gestora del Servicio Mensatel, Videotex Información (VTI) y Telecom Vallés. La todopoderosa Compañía Telefónica comenzaba, de esta manera, a prepararse para los profundos cambios que se avecinaban tras la reciente aprobación en las Cortes Generales de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT), el 18 de diciembre de 1987.

La LOT normalizaba *de jure* una situación *de facto* que se prolongaba desde 1924, cuando Primo de Rivera adjudicó a la CTNE, sin subasta ni concurso, la explotación del servicio telefónico nacional. De hecho, en la disposición adicional segunda de la LOT se le encomendaba al Gobierno la formalización, en el plazo de un año, de un nuevo contrato con la CTNE sometido a la Ley de Contratos del Estado, a la misma LOT y al resto del ordenamiento jurídico nacional, que viniera a sustituir al firmado en 1946<sup>27</sup>. Pese a ello, el nuevo contrato entre el Estado y la CTNE no sería firmado hasta 1991.

23 Resolución de 3 de junio de 1986, de la Delegación del Gobierno en la Compañía Telefónica Nacional de España por la que se aprueba el Reglamento de Servicio de Telefonía Móvil Automática, BOE de 22 de julio de 1986.

24 Ugarte Gil, Jerónimo, «Telefonía Móvil Automática», Revista BIT del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, n.º 46, Noviembre 1986.

25 Luis Solana Madariaga nació en Madrid el año 1935. Estudió Derecho en las Universidades de Madrid y Murcia, licenciándose en esta última. Desde las primeras elecciones democráticas fue elegido Diputado por Segovia en las listas del PSOE. Nombrado Presidente de la CTNE el 29 de diciembre de 1982, permaneció en este cargo hasta 1989, fecha en que fue nombrado Director General de RTVE. Es hermano de Javier Solana, actual Secretario General del Consejo de la Unión Europea y Alto Representante de la Unión Europea para su Política Exterior y de Seguridad Común (Mr. PESC).

26 El 16 de junio de 1988 fue otorgada, ante notario, la escritura de cambio de denominación social de la CTNE por la de Telefónica de España. Extraído del libro de Rafael Romero, *Colección Histórico-Tecnológica de Telefónica*, editado por la Fundación Arte y Tecnología de la Compañía Telefónica Nacional de España, Madrid, 1994.

27 Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones, BOE número 303, 19 de diciembre de 1987.



La cobertura del sistema TMA-450 llegó durante 1990 a las 50 provincias españolas, superándose para esa fecha los 54.700 abonados, siendo que cuatro años atrás, en 1986, la previsión de Telefónica era alcanzar los 30.000 clientes<sup>28</sup>. No es de extrañar, por ende, que se produjera una congestión del espectro radioeléctrico en la banda de 450 MHz, motivo por el cual Telefónica puso en marcha un proceso de ampliación de red previendo la apertura de una nueva banda en 900 MHz, al igual que venía haciéndose ya en otros países europeos.

En 1990, Telefónica lanzó el sistema TMA-900, derivado de la norma TACS (Total Access Communication System), que venía funcionando en Gran Bretaña desde 1985. Disponía de 1.320 canales dúplex de 25 KHz de ancho de banda, de los cuales 21 se dedicaban exclusivamente a señalización y control. Aunque la transmisión vocal era analógica como en sistema TMA-450, la señalización, en cambio, era ya digital.

El nuevo producto de Telefónica fue comercializado con el nombre de *Moviline*, en un acertado intento por acercar la telefonía móvil al ciudadano, convirtiéndola en algo familiar y ocultado al usuario la aparente complejidad que denotaban sus siglas técnicas. Se inauguraba, de esa forma, una política comercial que más adelante adoptarían, con considerable éxito, otras compañías<sup>29</sup>.

Además de la disponibilidad espectral, el aumento de frecuencia de la portadora del TMA-900 tenía dos grandes ventajas: disminuía el tamaño de las células, con la consiguiente reducción de la potencia radiada, y acortaba la longitud de onda, con la consiguiente reducción del tamaño de los componentes. Como consecuencia de ambas cosas, se dispuso de terminales más pequeños y más atractivos para el usuario (ver figura 3), lo que trajo consigo un aumento de



Figura 3. Teléfono móvil MicroTAC de Motorola para redes TACS-900, 1989. Por su reducido tamaño, elegante diseño y fácil operatividad, este terminal personal marcó toda una época y contribuyó a incrementar la penetración de telefonía móvil (Fuente: Motorola)

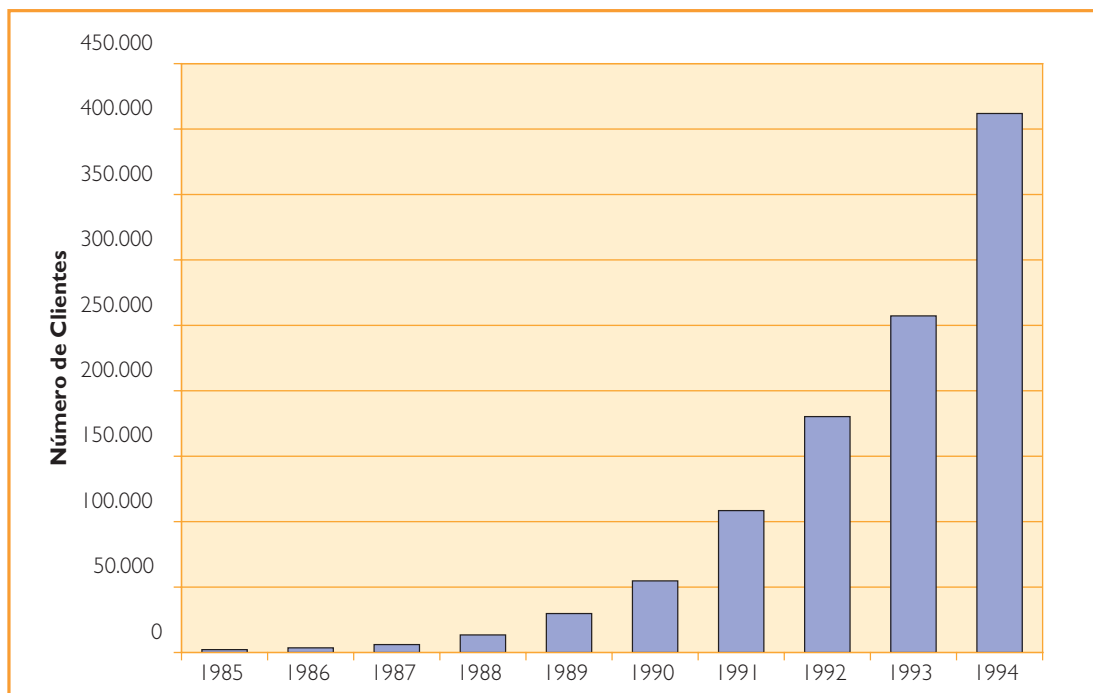


Figura 4. Número de clientes de telefonía móvil en España desde 1985 hasta 1994. El servicio Moviline, lanzado por Telefónica en 1990, contribuyó a acercar la telefonía móvil al ciudadano, convirtiendo un producto considerado elitista hasta ese momento en un producto de uso común. Fuente: Memorias Anuales de Telefónica (Elaboración propia)

la demanda y, por ende, una disminución de precios que contribuyó, a su vez, a incrementar la penetración de la telefonía móvil todavía más (ver figura 4).

La demanda del servicio de telefonía móvil en otros países europeos seguía una pendiente ascendente del mismo orden que en España, cuando no más acusada. Tal era el caso del Reino

28 Compañía Telefónica Nacional de España, *Memoria del Ejercicio Social de 1986*.

29 Además de por su nombre, el éxito de Moviline estuvo soportado por una fuerte campaña publicitaria protagonizada por el deportista de moda del momento, el ciclista segoviano Perico Delgado.

Unido que representaba, entonces, el mercado con mayor crecimiento del continente. Pero dado que cada operador empleaba su propio sistema, resultaba más que evidente la limitación que esta situación imponía al crecimiento de la telefonía móvil en Europa, al impedir que los usuarios pudieran comunicarse con sus terminales al traspasar las fronteras de sus países de origen.

Para vencer esa dificultad y poder competir en tamaño y en economía de escala con el mercado norteamericano, la Comisión Europea propuso el desarrollo de un sistema paneuropeo celular, al estilo de la idea que inspiró, en su momento, la creación del grupo NMT. Se pensaba, con mucha razón, que un sistema de telefonía móvil común y único para todos los países europeos no aportaría sino ventajas para todos los protagonistas del mercado: usuarios, operadores y suministradores.

Durante 1984 se produjo un intento, promovido por Francia y Alemania, de desarrollar un sistema común que sirviera, también para el resto de países europeos. A tal fin se convocó un concurso al que acudieron consorcios francoalemanes que, en su mayoría, ofrecieron soluciones basadas en tecnología analógica<sup>30</sup>.

Pero la creación, en 1982, de un grupo de trabajo denominado GSM (Groupe Speciale Mobile) en el marco de la CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et Télécommunications), con el cometido primordial de desarrollar las especificaciones de un sistema de telefonía móvil público de ámbito paneuropeo, así como sus primeras recomendaciones de orientar los trabajos hacia un sistema basado en tecnología digital, hizo desistir a las administraciones francesa y alemana de seguir adelante decidiendo, finalmente, declarar el concurso desierto<sup>31</sup>.

Los valores técnicos que movieron los trabajos del grupo GSM fueron los siguientes: el nuevo sistema debía estar basado en tecnología digital —como ya se ha dicho—, con itinerancia internacional, gran capacidad de tráfico, utilización eficiente del espectro, empleo de señalización digital, posibilidad de conexión con la RDSI y utilización de terminales portátiles y personalizables. Tenía, asimismo, que garantizar la seguridad y la privacidad de las comunicaciones, además de ser suficientemente económico como para poder ser utilizado por un gran número de usuarios<sup>32</sup>.

En junio de 1987, la Comisión Europea adoptó una Recomendación y una Directiva relacionadas, ambas, con el estándar paneuropeo de telefonía móvil. La primera versaba sobre las especificaciones generales del sistema, mientras la segunda trasladaba a los reguladores de telecomunicaciones de los países miembros de la UE la necesidad de reservar una banda del espectro radioeléctrico, en la banda de 900 MHz, para localizar el nuevo sistema, el cual debía entrar en funcionamiento en 1991<sup>33</sup>.

En mayo de 1987, Francia, Italia, Reino Unido y Alemania, solicitaron la firma de un acuerdo general entre todos los operadores europeos, compromiso que se tradujo en la firma de un Memorando de Entendimiento (Memorandum of Understanding, MoU) el 7 de septiembre de ese mismo año.

El MoU fue firmado en Copenhague por operadores y reguladores de trece países europeos, entre los que se encontraba España y Telefónica, y en él se comprometían a continuar adelante con el proyecto para lanzarlo comercialmente el 1 de julio de 1991. No obstante, el retraso en el desarrollo técnico y la necesidad de modificar algunas especificaciones hicieron imposible alcanzar esta fecha, por lo que hubo de posponerse su lanzamiento un año más.

En el curso de la definición del sistema, se creó el Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones, ETSI (European Telecommunications Standards Institute), organismo al que se traspasó la elaboración de las especificaciones que estaba desarrollando el grupo GSM y que

30 Ugarte Gil, Jerónimo, «Telefonía Móvil Automática», Revista *BIT* del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, n.º 46, noviembre 1986.

31 La primera reunión del Grupo GSM tuvo lugar en diciembre de 1982, en la ciudad de Estocolmo, bajo la presidencia del sueco Thomas Haug, que también había presidido el Grupo NMT desde 1976. Hultén, Staffan y Mölleryd, Bengt, «Entrepreneurs, Innovation and Market Processes in the Evolution of the Swedish Mobile Telecommunications Industry», The Eighth International Joseph A. Schumpeter Society Conference, Manchester, UK, 28th June - 1st July 2000.

32 Hernando Rábanos, José María, *Comunicaciones Móviles*, Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 1997.

33 Recomendación 87/371/EEC, de 25 de junio de 1987, y Directiva 87/372/EEC, también de 25 de junio de 1987.

representa, hoy en día, una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones europea —fabricantes de equipos y operadores de redes— con proyección mundial<sup>34</sup>.

El sistema que resultó de los trabajos de definición del ETSI fue designado también por las siglas GSM, si bien ahora su significado era distinto al nombre del grupo que lo había gestado. Llevados por la certeza de que el nuevo sistema europeo era claramente superior al AMPS americano y, sobre todo, movidos por una clarividente confianza en las posibilidades de expansión del mismo allende el continente, a principios de la década de 1990 el ETSI rebautizó el acrónimo del grupo GSM como Global System for Mobile-communications, nombre por el cual se conoce desde entonces este popular sistema de telefonía móvil, que ha conseguido desbordar las fronteras de Europa estableciéndose en países del resto de continentes como: Australia, Estados Unidos, Indonesia, Kuwait, India o Sudáfrica.

En España, las primeras experiencias GSM fueron desarrolladas por Telefónica, en 1992, merced a dos experiencias piloto: una en Barcelona, con motivo de los Juegos Olímpicos, y otra en Sevilla, coincidiendo con la Exposición Universal y la celebración del V Centenario del Descubrimiento de América. Entretanto, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes trabajaba en la modificación de la LOT y en la ruptura del monopolio en el sector de la telefonía móvil, en consonancia con los nuevos vientos legislativos que empezaban a soplar con fuerza desde la Comisión Europea.

## La segunda generación de telefonía móvil

Transcurría el año 1992 cuando la Comisión Europea efectuó una revisión del sector de las telecomunicaciones en Europa, enviando dos comunicaciones al Consejo. En una de ellas se abordaba el problema de las tarifas y su insuficiente evolución hacia un sistema más ligado a los costes, mientras que en la otra se hacía un balance negativo de la liberalización producida hasta ese momento.

Por otra parte, las previsiones de penetración de la telefonía móvil en España para ese mismo año estimaban que debería haberse alcanzado un nivel de usuarios cercano al 7 por 100, valor que ya tenían otros países del mercado comunitario pero que no se había conseguido en éste. A la vista de ello y en contraste con la fuerte evolución que estaba experimentando el servicio en países como Alemania e Italia, el Gobierno español previó la conveniencia de introducir un segundo operador de telefonía móvil como medio de incentivar el desarrollo del mercado y, de paso, como un gesto de buenas intenciones en respuesta a las exigencias liberalizadoras que llegaban desde Europa<sup>35</sup>.

El nuevo ordenamiento jurídico del Estado español, al que afectaba de modo fundamental su pertenencia a la Comunidad Europea desde su incorporación formal el 1 de enero de 1986, hacía imprescindible la elaboración de un nuevo Contrato con Telefónica que revisara el de 1946 y que diera cumplimiento, de una vez por todas, a la disposición adicional segunda de la LOT del año 1987. Así se dispuso, finalmente, mediante Resolución del ministro de Obras Públicas y Transportes, José Borrell, de 14 de enero de 1992, una vez suscrito el Acuerdo entre el Gobierno de la nación y Telefónica de España el 26 de noviembre de 1991<sup>36</sup>.

Un aspecto importante del Contrato de 1992 era que la relación de los servicios finales y portadores concedidos en régimen de monopolio quedaba sujeta a lo que dispusiera la Normativa Comunitaria o, en su caso, la legislación española. En aplicación de la misma, y de acuerdo con la modificación de la LOT de 3 de diciembre de 1992, la relación de servicios finales que pasaba a prestar Telefónica en régimen de monopolio se redujo al servicio telefónico básico de carácter universal y al servicio de telefonía móvil, este último sólo hasta el 31 de diciembre de 1993, según rezaba en la disposición transitoria cuarta<sup>37</sup>.

34 El Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones fue creado por la CEPT en 1988. Ver [www.etsi.org](http://www.etsi.org).

35 Secretaría General de Comunicaciones, *La Liberalización de las Telecomunicaciones*, Editado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Madrid, 1993.

36 Romero Frías, Rafael, *Colección Histórico-Tecnológica de Telefónica*, editado por la Fundación Arte y Tecnología de la Compañía Telefónica Nacional de España, Madrid, 1994.

37 Ley 32/1992, de 3 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones, BOE número 291, 4 de diciembre de 1992.



Figura 5. Teléfono móvil Nokia 1610 para redes GSM -900, 1996. La tecnología digital GSM sirvió de acicate para romper el monopolio de la telefonía en España. En 1995 empezó a operar Airtel, en competencia con Telefónica, inaugurando una rivalidad comercial que contribuyó al abaratamiento de los terminales móviles (Fuente: <http://www.hangman.de>)

A partir de esa fecha, el Gobierno socialista de Felipe González se planteó dos formas de introducir competencia en el mercado de la telefonía móvil. La primera era convocar un concurso similar al que se había celebrado poco antes para la concesión de las licencias de radio-búsqueda —en él se establecieron los objetivos mínimos de cobertura, calidad y prestaciones a realizar y se permitió que los licitadores mejorasen las condiciones mínimas—, mientras que la otra consistía en convocar un concurso-subasta en el que, tras una primera fase de selección de propuestas basadas en el grado de cumplimiento de unas condiciones técnicas y financieras mínimas, se elegía el ganador en función del canon ofrecido por la adjudicación de la licencia.

Finalmente, en la Orden Ministerial de 26 de septiembre de 1994, por la que se aprobaba el pliego de cláusulas de explotación y de bases de adjudicación del concurso para la concesión de una licencia de telefonía móvil GSM, se optó por el segundo modelo. Previamente, el 1 de julio, un Real Decreto había otorgado a Telefónica de España la posibilidad de solicitar un título habilitante para la prestación del servicio de telefonía móvil GSM, debiendo formalizarse el contrato de concesión simultáneamente al contrato de concesión del segundo operador del servicio<sup>38</sup>.

A su vez, en el mismo Real Decreto se especificaba, expresamente, que Telefónica de España podía explotar por sí misma el servicio GSM, mediante un sistema de contabilidad independiente, o ceder el título habilitante a alguna sociedad filial pero, de una forma u otra, debía cumplir los requisitos y condiciones exigidos al prestador del servicio que accediera al mismo en virtud del concurso público convocado.

Naturalmente, para entonces Telefónica ya tenía preparado adecuadamente el terreno. En 1993, TS1 pasó a denominarse Telefónica Servicios Móviles, concentrando en primer término todas las actividades de la compañía matriz relacionadas con la radiomensajería y la telefonía móvil y, posteriormente, el nuevo servicio GSM. Iniciaba su andadura, de esta manera, una empresa que en pocos años terminaría convirtiéndose en la «joya de la corona» del grupo Telefónica.

Los criterios de selección del concurso para la concesión de la segunda licencia GSM se basaron, por un lado, en la extensión, calidad y precio del servicio y, por otro, en la maximización de las aportaciones financieras, tecnológicas e industriales a la economía nacional que redundaran, posteriormente, en el propio desarrollo del servicio concedido. A su vez, en la Orden Ministerial de 26 de septiembre de 1994 se establecía que el plazo de concesión era por un plazo de quince años, prorrogables por otros cinco, y se indicaba la relación exacta de condiciones aplicables a Telefónica de España para la prestación del nuevo servicio<sup>39</sup>.

Inicialmente surgieron cinco consorcios empresariales interesados en conseguir la segunda licencia GSM: Cometa, SRM, Sistelcom, Reditel y Airtel, pero al poco tiempo, a sugerencia del ministro Borrell, se iniciaron acercamientos entre ellos. Finalmente, se fusionaron Cometa y SRM, por un lado, y Airtel, Sistelcom y Reditel, por otro. El consorcio SRM-Cometa estaba presidido por Jordi Mercader, ex Presidente del INI, mientras que el consorcio Airtel-Sistelcom-Reditel estaba presidido por Eduardo Serra, ex Subsecretario de Defensa<sup>40</sup>.

El 14 de noviembre de 1994, Airtel-Sistelcom-Reditel presentaba su oferta económica al concurso; el 22 de noviembre se realizaba el acto de apertura de la misma, 85.000 millones de pesetas frente a los 89.000 millones de Cometa-SRM; y, finalmente, el 28 de diciembre, se hacía acreedor de la segunda licencia merced a un mejor plan de negocio, una mejor estrategia comercial y una propuesta de creación de empleo más agresiva. El consorcio, que pasaría a llamarse simplemente Airtel<sup>41</sup>, tuvo que pagar los 85.000 millones de pesetas que había ofrecido por la

38 Real Decreto 1486/1994, de 1 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico y de prestación del servicio de telecomunicación de valor añadido de telefonía móvil automática. BOE número 168, 15 de julio de 1994.

39 Orden de 26 de septiembre de 1994 por la que se aprueba el pliego de cláusulas de explotación y de bases de adjudicación y se convoca el concurso público para la adjudicación de una concesión para la prestación del servicio de telecomunicación de valor añadido de telefonía móvil automática en su modalidad GSM. BOE número 231, de 27 de septiembre de 1994.

40 González Palacios, Bernardo, «Telefonía Móvil: así ganó Airtel», Revista BIT del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, n.º 92, abril-mayo 1995. No deja de llamar la atención que ambos presidentes fuesen ex altos cargos de gobiernos socialistas anteriores.

41 El accionariado final de Airtel quedó compuesto de la siguiente manera: Airtouch, British Telecom, los Bancos Central Hispano y Santander, BBK, Kutxa, Cajasturias, Caixa Catalunya, Unicaja, Cubiertas, Entrecanales, Unión Fenosa y Fecsa, Inversiones Fersango y la Corporación Alba.

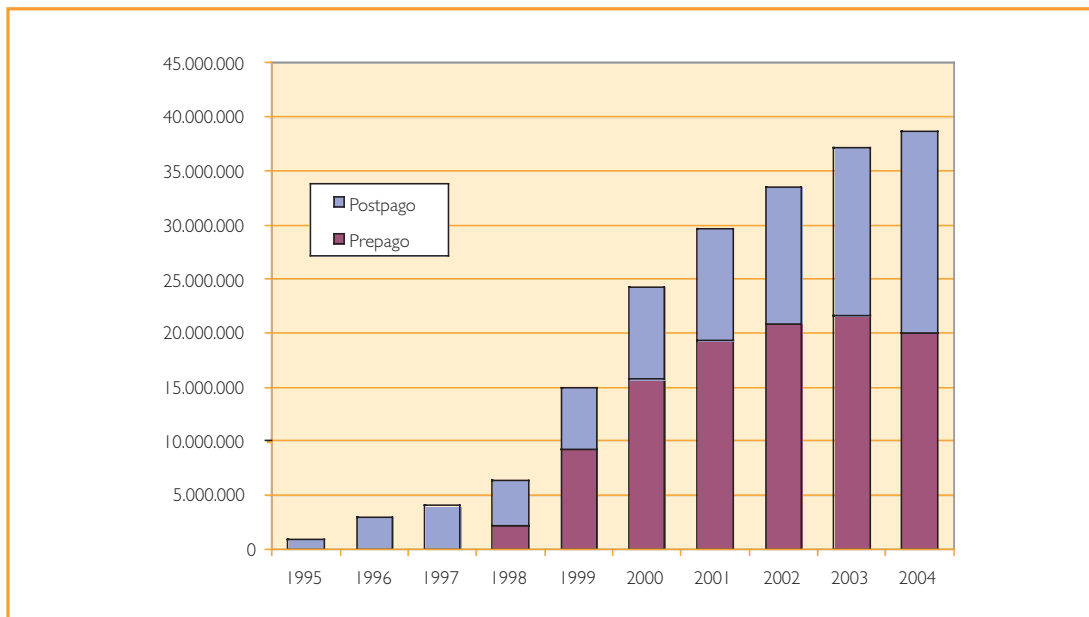


Figura 6. Número de clientes de telefonía móvil (en millones) en España desde la ruptura del monopolio, en 1995, hasta 2004, distinguiendo entre clientes de tarjeta (prepago) y de contrato (postpago). La modalidad de prepago tuvo una aceptación comercial enorme y permitió el acceso de los jóvenes a la telefonía móvil (Fuente: Informes Anuales de la CMT. Elaboración propia)

licencia, exigencia que no se le hizo a Telefónica —contra lo expresado en la antedicha Orden Ministerial—, lo que dio pie a un posterior recurso contra el Gobierno.

La Comisión Europea dio la razón a Airtel y obligó al Gobierno español a compensarla por el canon que tuvo que pagar. La reparación llegó finalmente «en especies», en 1997, y consistió en lo siguiente: 1) adjudicación de una nueva licencia de telefonía móvil digital en la banda de 1.800 MHz —DCS 1800— valorada en 26.000 millones de pesetas; 2) habilitación para conectar directamente la red de Airtel con otras redes fijas o móviles en España o en el extranjero; 3) ampliación de la concesión de la licencia GSM hasta 25 años con una prórroga de 5 años adicionales; 4) reducción asimétrica, hasta julio de 1999, de las tarifas de interconexión por importe de 15.000 millones de pesetas; y 5) posibilidad de disponer de nuevas frecuencias en la banda de 900 MHz a partir de enero de 1998.

En julio de 1995 comenzó a operar Telefónica Servicios Móviles, bajo la marca comercial «Movistar», y el 3 de octubre de 1995 hizo lo propio Airtel. En enero de 1996 Telefónica Servicios Móviles consiguió su primer millón de clientes —sumados los de Moviline y los de Movistar—, mientras que Airtel, por su parte, alcanzó esa misma cifra en octubre de 1997. Se confirmaba, de esa manera, el acierto que había supuesto la ruptura del monopolio de la telefonía móvil y quedaba establecido, de paso, el referente en el que habrían de mirarse a partir de entonces las posteriores liberalizaciones de servicios de telecomunicación.

El éxito de GSM ha tenido muchas y diferentes claves cuyo análisis desborda el marco del presente capítulo. Pero sí interesa comentar, al menos, dos de ellas por el enorme impacto social que alcanzaron. Una fue la tarjeta prepago y la otra fue el servicio SMS (Short Message Service).

En España, la primera tarjeta prepago fue lanzada comercialmente en julio de 1996 por Telefónica Servicios Móviles. Se llamó «Movistar Prepago» y permitía que, sin necesidad de darse de alta como abonado, cualquier persona pudiera disponer de una tarjeta de un solo uso en su teléfono móvil, con un saldo inicial que se consumía a medida que se utilizaba. En marzo de 1997, Telefónica Servicios Móviles sustituyó esta tarjeta por otra llamada «Movistar Activa» que permitía su recarga en cualquier momento por el propio usuario.

La tarjeta prepago resultó ser un rotundo e inesperado éxito, como demuestra el hecho de que se pasara de un 34 por 100 de clientes de telefonía móvil con algún tipo de fórmula prepago en 1998 a un 62 por 100 el año siguiente. De hecho, en la figura 6 puede apreciarse como buena parte del crecimiento experimentado por la telefonía móvil en España se ha basado en este tipo de clientes.

Pasadas las Elecciones Generales de marzo de 1996 —ganadas por el Partido Popular—, comenzó un trienio de actuaciones conducentes a la plena liberalización de las infraestructuras y de los servicios de telecomunicación. El camino elegido por el Gobierno consistió en la

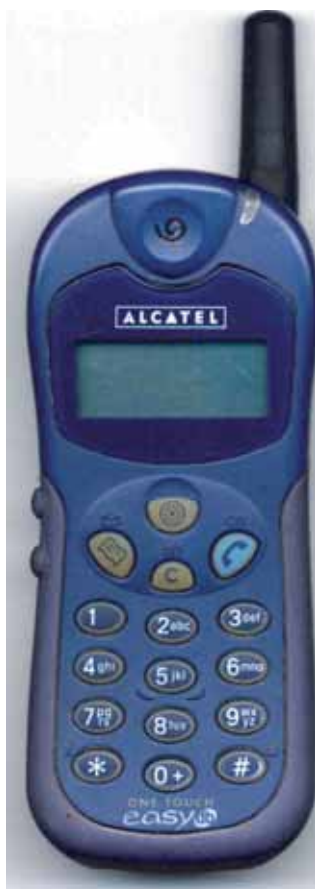


Figura 7. Teléfono móvil One Touch Easy de Alcatel, tipo dual, para redes GSM-900 y DCS-1800, 1999. El incremento espectacular de clientes y la incorporación de Amena como tercer operador en competencia, hizo necesario buscar una nueva banda en 1800 MHz. Surgieron entonces teléfonos duales, como éste, que podían operar indistintamente en ambas frecuencias (Fuente: <http://www.hangman.de>)

creación de un «duopolio» basado en dos empresas públicas: Telefónica y Retevisión, su posterior privatización y, finalmente, la apertura total del mercado el 1 de diciembre de 1998. Retevisión se creó expresamente para este propósito, a partir de la aportación de los bienes y derechos que integraban la red pública de telecomunicaciones del Ente Público de la Red Técnica Española de Televisión.

El Real Decreto-Ley 6/1996, de 7 de junio, de liberalización de las telecomunicaciones creaba, *de jure*, el segundo operador de telecomunicaciones, al otorgar a este Ente Público un título habilitante para el servicio final de telefonía básica y para el servicio portador que lo soportaba<sup>42</sup>. Del mismo modo, se le encomendaba al Ente Público la constitución de la sociedad mercantil Retevisión, S.A., cuya creación fue aprobada por Acuerdo del Consejo de Ministros de 5 de diciembre de 1996, formalizándose su constitución mediante escritura pública el 20 de diciembre de 1996.

Una vez alumbrado el «duopolio», el siguiente paso fue iniciar el proceso de privatización de ambas compañías. Así, el 18 de enero de 1997 se puso a la venta el 20'9 por 100 de Telefónica, que estaba en manos del Estado, mediante la Oferta Pública de Venta (OPV) más publicitada de todos los tiempos (en 1994 ya se había privatizado un 12 por 100). En el plazo de un mes Telefónica y, por ende, todas las empresas del grupo, dejarían de ser, definitivamente, compañías públicas.

Por su parte, el 11 de marzo de 1997, por Orden del Ministerio de Fomento, se publicaron las bases para participar en el procedimiento restringido de enajenación de la empresa Retevisión, concurso que fue resuelto el 11 de julio siguiente a favor del consorcio formado por el operador italiano STET (Telecom Italia), las eléctricas Endesa y Unión Fenosa, Euskaltel y seis Cajas de Ahorro, en detrimento del consorcio «Ópera», liderado por el Banco Central Hispano y los operadores France Telecom y Sprint. Como resultado de ello, el 70 por 100 de Retevisión pasó a manos privadas, conservando el Estado el 30 por 100 restante hasta finales de 1998, fecha en la que lo enajenó, mediante concurso, en una segunda convocatoria restringida de ofertas<sup>43</sup>.

Superada esta segunda fase, la estrategia pergeñada por el Gobierno pasaba, necesariamente, por equilibrar las condiciones de servicio de Telefónica y de Retevisión, lo que afectaba inevitablemente a la telefonía móvil.

Los acontecimientos posteriores se sucedieron rápidamente. El 26 de febrero de 1998 se convocó un nuevo concurso para la concesión de tres licencias en la modalidad DCS-1800 (Digital Cellular System), un sistema de comunicaciones móviles muy similar a GSM que funciona en la banda de 1.800 MHz y que está diseñado, específicamente, para entornos microcelulares. La concesión se otorgaba por un plazo de veinticinco años, prorrogables por otros cinco y aunque se trataba de una contienda abierta, las tres licencias, *de facto*, ya tenían dueño<sup>44</sup>.

El 24 de abril fue sancionada la Ley General de Telecomunicaciones, que amparaba legislativamente todo el proceso de liberalización emprendido por el Gobierno<sup>45</sup> y, unos meses después, el 24 de junio, quedó resuelto el concurso para la concesión de las tres licencias DCS-1800, a las que optaron cuatro candidatos. En una decisión que no por previsible estuvo exenta de polémica, resultaron adjudicatarias las compañías: Telefónica Servicios Móviles, Airtel y Retevisión, resultando excluida la propuesta presentada por «Alas», consorcio que estaba formado, mayoritariamente, por France Telecom, el Banco de Santander y Ferrovial<sup>46</sup>.

El 16 de julio Retevisión constituyó Retevisión Móvil, como sociedad anónima independiente para la explotación del negocio de la telefonía móvil<sup>47</sup>; el 24 de julio la nueva compa-

42 Real Decreto-Ley 6/1996, de 7 de junio, de liberalización de las telecomunicaciones, BOE número 139, 8 de junio de 1996.

43 Resolución de 31 de octubre de 1998 de la Secretaría General de Comunicaciones por la que se hace público el Acuerdo del Consejo de Ministros de 30 de octubre de 1998, por el que se autoriza la enajenación del 30 por 100 del capital de la sociedad mercantil Retevisión, Sociedad Anónima, BOE n.º 266, 6 de noviembre de 1998.

44 Orden de 26 de febrero de 1998 por la que se aprueba el pliego de bases administrativas particulares y de prescripciones técnicas y se convoca el concurso público para la adjudicación de una concesión para la prestación del servicio de comunicaciones móviles personales en su modalidad DCS 1800, BOE n.º 54, 4 de marzo de 1998.

45 Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, BOE n.º 99, 25 de abril de 1998.

46 Orden de 24 de junio de 1998 por la que se resuelve el concurso público convocado para la adjudicación de una concesión para la prestación del servicio de comunicaciones móviles personales en su modalidad DCS-1800, BOE n.º 162, 8 de julio de 1998.

47 Retevisión Móvil tenía la siguiente distribución de participaciones: Retevisión S.A. (40,10%), Telecom Italia (39,10) Caja del Mediterráneo (3,60), Endesa (3,5%), Caixa Vigo (3,20%), Unión Fenosa (3%), Caja de Navarra (3%), Caixa d'Estalvis de Catalunya (3%), Gessinet (0,5%), Euskaltel (0,5%), Unicaja (0,3%) y Kutxa (0,20%).

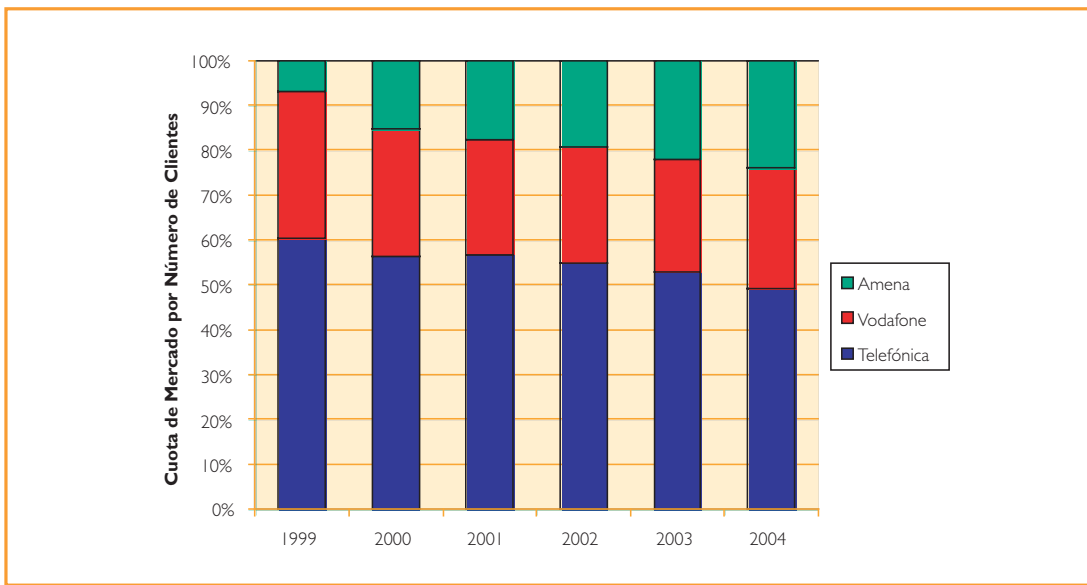


Figura 8. Cuota de mercado de los operadores de telefonía móvil en España según el número de clientes. A través de esta gráfica se observa el efecto que ha tenido la introducción de competencia en el mercado. Telefónica, operador dominante por razones históricas, ha ido cediendo cuota de mercado a Vodafone y Amena, operadores entrantes (Fuente: Informes Anuales de la CMT. Elaboración propia)

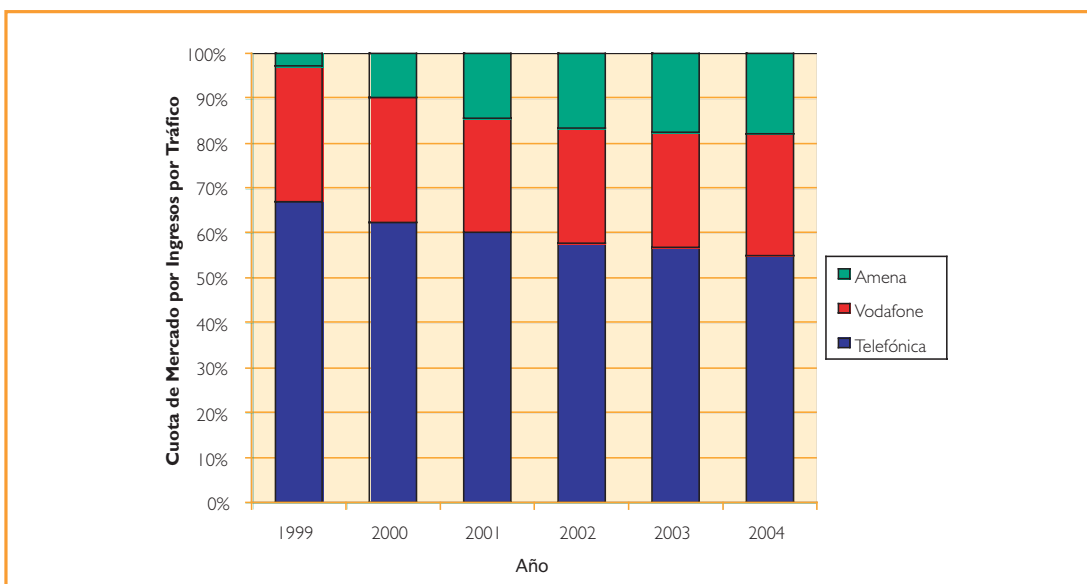


Figura 9. Cuota de mercado de los operadores de telefonía móvil en España según los ingresos por tráfico cursado. El efecto de la competencia no sólo se ha notado en el número de abonados, sino también en los ingresos por tráfico cursado, que ha seguido una tendencia muy similar a la del número de clientes (Fuente: Informes Anuales de la CMT. Elaboración propia)

ña firmó el contrato de concesión con el Ministerio de Fomento; y el 24 de enero de 1999 empezó a prestar servicio en 10 ciudades españolas bajo la sugerente marca comercial de «Amena».

Para cuando todo esto sucedía, Telefónica Servicios Móviles alcanzaba la cifra récord de los cinco millones de clientes con un reparto, aproximado, de cuatro millones de abonados en Movistar y un millón de abonados en Moviline; Airtel, en las mismas fechas, superaba los dos millones de clientes; y, en su conjunto, la penetración del móvil en España llegaba ya al 18 por 100.

Retevisión Móvil, decidido a recuperar terreno, lanzó una campaña publicitaria muy agresiva, dirigida al público joven, que causó sensación por su originalidad y frescura. Los resultados no se hicieron esperar: antes de terminar su primer año de actividad había superado el millón de clientes y para cuando finalizaba el segundo, ya tenía en cartera 4 millones de clientes.

Para hacerse una idea de la magnitud que estas cifras representaban basta recordar las previsiones que publicaba una revista técnica en 1992. En palabras del propio autor, se esperaba «un incremento espectacular de usuarios de servicios móviles en España, pasando de los 60.000 abonados al TMA-450 y los 50.000 al TMA-900 en 1991, a los 700.000 previstos en 1995 y cerca de los tres millones en el año 2000»<sup>48</sup>.

48 Ribas Terrado, Ignacio, «Comunicaciones móviles en los noventa (I): Telefonía Móvil Automática», Revista Antena de Telecomunicación del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, n.º 113, mayo-junio 1992.

Las cifras reales, en cambio, se encargaron de fulminar absolutamente todas las previsiones, como se vio en la figura 6. La fuerte rivalidad establecida entre los tres operadores de telefonía móvil por captar clientes ha sido una constante en todos estos años. Cada uno ha tratado de captar y fidelizar a un sector del mercado con ofertas comerciales agresivas que llegaban, en ocasiones, al extremo de tratar de retener a los clientes regalándoles la cuota de abono e incluso el consumo, cuando expresaban su deseo de darse de baja del servicio. En las figuras 8 y 9 puede verse una comparativa de la cuota de mercado alcanzada por cada uno de los operadores de telefonía móvil en España, en el intervalo temporal comprendido entre 1999 y 2004. La primera discrimina por número de clientes, mientras la segunda lo hace por ingresos por tráfico cursado.

## La tercera generación de telefonía móvil

Así las cosas, una vez iniciado el año de 1999, dos hechos habían quedado suficientemente probados: uno, que las comunicaciones móviles se encontraban en el origen del fortalecimiento económico de España; y dos, que los servicios asociados a las mismas estaban transformando profundamente las costumbres sociales y culturales de la población. De hecho, el binomio Internet-Móviles empezaba a conformar una nueva forma de organización de la economía y de la sociedad, conocida con el nombre de «Sociedad de la Información», de la que Jacques Delors ya había dado algunas pistas en su Libro Blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo, en diciembre de 1993.

El primer intento de empezar a andar en esta dirección fue el servicio de acceso a Internet a través de los sistemas de telefonía móvil de segunda generación, utilizando tecnología WAP (Wireless Application Protocol). Se trataba, sencillamente, de montar sobre la red móvil existente un protocolo de comunicación de datos para estandarizar el acceso a servicios de Internet mediante el teléfono móvil.

El servicio WAP fue lanzado por primera vez en España el 1 de octubre de 1999, cuando Telefónica Servicios Móviles puso en funcionamiento el servicio en fase precomercial. En marzo del año siguiente el servicio WAP pasó a fase plenamente comercial y, tres meses más tarde, ponía en marcha la plataforma «e-moción», que aglutinaba todas las facilidades de acceso a Internet en los terminales móviles asociados a su marca. En principio, el servicio WAP fue recibido con entusiasmo, aunque más tarde se comprobó que su principal inconveniente era el propio terminal y, sobre todo, la pantalla del mismo cuyo diseño, según decían sus detractores, «sólo invitaba a hablar».

En aquellas mismas fechas se encontraba en plena efervescencia la fiebre de las «punto com», compañías relacionadas con Internet y las nuevas tecnologías que se cotizaban a niveles de mercado muy por encima de su valor real. Era el caso, por ejemplo, de la compañía española Terra, que salió a Bolsa el 17 de noviembre de 1999 a un precio de 11,81 euros por título y cuya cotización se catapultó hasta un máximo histórico de 157 euros el 14 de febrero de 2000. Es decir, incrementó su capitalización bursátil un 1.330 por 100 en sólo tres meses.

En esa situación de «euforia tecnológica» a nadie pareció extrañar que, sin haberse amortizado todavía las multimillonarias inversiones realizadas en GSM/DCS en sus cinco años de existencia, la clase política europea decidiera dar el salto a la tercera generación de telefonía móvil, haciendo converger en terminales ultraligeros y multifuncionales los paradigmas de Internet y de las Comunicaciones Móviles. El ambicioso nombre que se le dio a este revolucionario proyecto fue el de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) y su definición empezó a ser desarrollada por el ETSI europeo a mediados de la década de 1990. Empero, la incorporación al proyecto de otros organismos como la TIA (Telecommunications Industry Association) en Estados Unidos y la ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) en Japón, hizo que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) tomara el relevo y aglutinara todas las iniciativas bajo de denominación genérica de IMT-2000 (International Mobile Telecommunications).

Animado más por el rédito político que por la realidad tecnológica, el Gobierno español fue uno de los primeros de Europa en atreverse a dar el salto al UMTS. El 10 de noviembre de 1999,



el ministro de Fomento, Rafael Arias Salgado, firmó el pliego de cláusulas administrativas particulares y de prescripciones técnicas del concurso público de cuatro licencias individuales para explotar el servicio de comunicaciones móviles UMTS por un plazo de veinte años, prorrogable por otros diez<sup>49</sup>.

Aunque inicialmente se barajó la posibilidad del concurso-subasta, finalmente se descartó esta idea en el convencimiento de que era preciso favorecer ofertas que primaran las aportaciones a la creación de empleo y al desarrollo tecnológico e industrial del país, por encima de la recaudación económica. La tasa de concesión de las licencias UMTS se fijó en la nada despreciable cantidad de 21.500 millones de pesetas cada una, pese a lo cual resulta una cifra mínima cuando se compara con las cantidades que se llegaron a pagar después en otros países europeos como Alemania o Reino Unido.

El plazo de presentación de solicitudes, que finalizaba el 12 de enero de 2000, era extremadamente corto y dio lugar a algunas críticas que arreciaron sobre todo a partir de la Nochebuena de 1999 cuando el ministro Portavoz del Gobierno, Josep Piqué, anunció la convocatoria de Elecciones Generales para el domingo 12 de marzo, pues se daba la circunstancia de que la fecha límite para la resolución del concurso que se había consignado en la Orden era el 15 de marzo.

Concurrieron al concurso las tres operadoras con licencias GSM/DCS: Telefónica Servicios Móviles, Airtel Móvil y Retevisión Móvil, más tres consorcios empresariales que se constituyeron expresamente para la ocasión: Xfera (encabezado por Vivendi, FCC, ACS, Mercapital, Acesa y Sonera), Movilweb21 (encabezado por Jazztel, Deutsche Telecom, Bankinter, OHL, y Sacyr) y Movi2 (encabezado por France Telecom, Caja Madrid, Ferrovial e Iberdrola).

Tras una tensa espera que se prolongó durante toda la campaña electoral, el lunes 13 de marzo, después del domingo de elecciones, se hizo público el fallo del concurso. Resultaron adjudicatarias de las licencias UMTS las tres operadoras de GSM/DCS y el consorcio empresarial Xfera<sup>50</sup>.

La propuesta presentada por Xfera preveía invertir más de 1,3 billones de pesetas (7.800 millones de euros) en los próximos diez años, dar cobertura al 95 por 100 de la población, crear 7.000 puestos de trabajo directos y empezar a dar servicio el 1 de agosto del 2001, para lo cual pensaba adquirir inmediatamente 4.000 estaciones base para el despliegue de su red. Desafortunadamente, el discurrir posterior de los acontecimientos se encargó de deshacer todas esas previsiones como si de un «castillo de naipes» se tratara.

El concurso estuvo rodeado de una intensa polémica que se vio alimentada, a su vez, por los fuertes intereses de los grupos que competían y por las acusaciones mutuas sobre presuntas incompatibilidades en el accionariado de los concursantes. Según se supo después, la adjudicación se decidió el viernes 10 de marzo, pero se mantuvo en secreto hasta pasadas las Elecciones Generales. Pese a ello, la cotización de los socios de Xfera en el parqué de la Bolsa madrileña registró un importante avance ese mismo viernes, apuntándose FCC y Acesa las mayores subidas del IBEX.

Asimismo, el Director General de la consultora DMR, contratada como asesora del Gobierno para la resolución del concurso, aseguró más tarde que una vez habían presentado el informe final sobre los candidatos el 29 de febrero, debieron corregirlo a posteriori al objeto de regirse por unos nuevos criterios de valoración que estableció el Ministerio con posterioridad. Como resultado de ello, DMR presentó un nuevo informe el 8 de marzo siguiente<sup>51</sup>.

Estas irregularidades motivaron que la resolución del concurso fuese recurrida por dos de los integrantes del consorcio Movi2: France Telecom y Ferrovial, argumentando falta de transparencia en la convocatoria y parcialidad en la decisión final. Meses después, el primer recurso fue desestimado y, poco más tarde, el segundo fue retirado.

49 Orden de 10 de noviembre de 1999, por la que se convoca concurso, mediante procedimiento abierto, para el otorgamiento de cuatro licencias individuales de tipo B2 para el establecimiento de la red de telecomunicaciones necesaria y para la explotación del servicio de comunicaciones móviles de tercera generación, BOE n.º 270, de 11 de noviembre de 1999.

50 Orden de 10 de marzo de 2000 por la que se resuelve el concurso público convocado para el otorgamiento de cuatro licencias individuales de tipo B2 para el establecimiento de la red de telecomunicaciones necesaria y para la explotación del servicio de comunicaciones móviles de tercera generación, BOE n.º 62, de 13 de marzo de 2000.

51 Zafra, Juan Manuel, «Fomento cambió los criterios del concurso de licencias de móvil UMTS en el último momento», *El País, Economía*, 22 de diciembre de 2000.

El afán por entrar en el mercado del móvil y la crispación generada por no conseguirlo estaba muy relacionado con un pastel que, por entonces, se prometía muy apetitoso. De un lado contribuía la «espectacularidad» de las cifras reales: el número de usuarios de la telefonía móvil en España alcanzaba los 15 millones a principios de 2000, casi un 38 por 100 de penetración; y de otro animaba la «clarividencia» de unas opiniones excesivamente optimistas: se hablaba de doblar la cifra de abonados en cuestión de un año, de convocar un concurso para la concesión de dos nuevas licencias DCS-1800 en el primer cuatrimestre del año 2001 y de tener funcionando los primeros terminales UMTS en agosto de 2001.

En otros países europeos, la concesión de licencias UMTS se realizó mediante el procedimiento de subasta, lo que generó pingües beneficios para sus arcas públicas. Tal era el caso de Alemania, que recaudó 8,4 billones de pesetas en agosto de 2000, del Reino Unido, que recaudó 6,4 billones de pesetas en abril de 2000, o de Italia, que superó los 1,97 billones de pesetas en octubre de 2000. Aquello se tradujo en España, en una lluvia de críticas por la poca rentabilidad que se había obtenido en la concesión de las licencias UMTS, a lo que el Gobierno respondió con una solución para compensar la diferencia que no pudo ser menos afortunada: el Consejo de Ministros aprobó la revisión al alza de la tasa por uso del espectro radioeléctrico para todos los adjudicatarios que se beneficiaran del mismo con independencia del servicio que prestaran, lo que generó una nueva oleada de críticas provenientes, en esta ocasión, del sector empresarial.

Empero, antes de que finalizara el año 2000, comenzaron a saltar todas las alarmas. El estallido de la burbuja tecnológica, la desaceleración de la economía mundial, la sangría económica provocada por las concesiones de las licencias UMTS y el espejismo en que se había convertido la tercera generación de telefonía móvil, transformaron la euforia del bienio 1999-2000 en una pesadilla. Veamos algunos datos:

- En Europa: quedaron vacantes dos de las cuatro licencias UMTS en el concurso celebrado en Francia; Sonera devolvió la licencia UMTS en Noruega; se pospuso hasta mejor ocasión la concesión de licencias UMTS en Hungría; British Telecom puso en venta su emblemática sede en el corazón de la *city* londinense; y los resultados económicos de Deutsche Telekom cayeron estrepitosamente en Alemania.
- En España: Airtel perdió cuota de mercado retornando a índices de tres años antes; Telecom Italia salió de Retevisión; Alcatel anunció la venta de sus fábricas de Villaverde (Madrid) y Vitoria; se pospuso indefinidamente la convocatoria de las dos licencias DCS-1800 que habían sido previamente anunciadas; y Xfera congeló sus operaciones, aplazando su entrada en el mercado hasta nuevo aviso.

La perplejidad por los hechos que se vivieron durante 2001 fue tal que casi nadie se atrevía a hablar de crisis; a lo sumo, los más realistas hablaban de recesión económica. Nadie daba crédito a lo que estaba ocurriendo. Parecía increíble que un sector que, año tras año, había batido siempre las marcas impuestas por las previsiones más optimistas y que parecía no tener techo, pudiera experimentar un ajuste tan severo; que un sector cuyo incremento anual de clientes había conseguido cifras tan espectaculares como la alcanzada en 1996, cuando se superaron los doscientos puntos porcentuales de aumento respecto del año anterior, pudiera experimentar una desaceleración tan profunda.

Pero la realidad era inapelable y el único mecanismo de protección pasaba, necesariamente, por la contención del gasto (con traumáticos expedientes de regulación de empleo, en algunos casos) y por la reorganización de las estructuras empresariales. Telefónica concentró en 2000 todos sus activos mundiales de comunicaciones móviles en una sociedad de cartera que llamó Telefónica Móviles, dejando la explotación comercial del servicio en España a la empresa Telefónica Móviles España<sup>52</sup>. Pero fueron los competidores de Telefónica, Airtel y Retevisión, los que más cambios experimentaron.

52 Actualmente, Telefónica Móviles gestiona más de 86,5 millones de clientes en 15 países de tres continentes: España, Marruecos, Brasil, México, Guatemala, El Salvador, Panamá, Nicaragua, Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, Argentina, Chile y Uruguay. En el segundo trimestre de 2005, sumó unos ingresos de 4.084 millones de euros; con un beneficio neto de 495,7 millones de euros. Telefónica Móviles lanzó comercialmente la marca «Movistar», en todo el mundo, en abril de 2005.

Vodafone tomó el control de Airtel en 2001, logrando aquello que no pudo hacer en 1994 cuando, integrado dentro del grupo SRM-Cometa, concursó en España para conseguir una de las dos licencias GSM<sup>53</sup>. En junio de 1999 Vodafone se fusionó con la compañía estadounidense AirTouch Communications, socio tecnológico de Airtel, pasando a controlar de golpe el 21,7 por 100 de la compañía española. En diciembre de 2000, en un espectacular golpe de efecto, Vodafone compró la participación de las Cajas de Ahorro y del Grupo Santander<sup>54</sup>, elevando su cuota en Airtel hasta el 74 por 100. En mayo de 2001, Vodafone aprovechó la crisis de British Telecom para hacerse con sus acciones en Airtel, alcanzando el 91,6 por 100 y tomando el control absoluto de la operadora a partir de ese momento. Por último, en agosto del mismo año, sustituyó al Consejero Delegado de Airtel y, en octubre, cambió su marca comercial por la de Vodafone.

Por su parte, en 2000 se creó el Grupo Auna Operadores de Telecomunicaciones como compañía «holding» que concentraba las participaciones de los accionistas en Retevisión, Retevisión Móvil y las compañías de cable asociadas. En diciembre de 2001 Telecom Italia vendió su participación en Auna al Grupo Santander —que previamente había salido del accionariado de Vodafone—, Endesa, Unión Fenosa y el Grupo ING, lo que trajo consigo una fuerte reorganización del grupo a lo largo de 2002. Se dejó el negocio de móviles en manos de Amena y se concentró en una sola empresa, Auna Telecomunicaciones, toda su oferta de servicios de telecomunicaciones sobre red fija, incluido los operadores de cable, dejando en Retevisión —que cambió su nombre por el de Retevisión Audiovisual— los servicios audiovisuales de transporte y difusión de señales de radio y televisión. Finalmente, el Grupo Auna culminó el proceso de reordenación de sus actividades con la venta de Retevisión Audiovisual al Grupo Abertis en diciembre de 2003<sup>55</sup>.

Pero no sólo hubo reorganización en el terreno empresarial; también la estrategia tecnológica se vio notablemente alterada. Con la perspectiva que da la historia vivida, ahora es fácil caer en la cuenta de que acelerar el proceso político más allá del desarrollo tecnológico era un craso error. Tanto, que sólo el tiempo nos dirá si la verdadera razón de aquella crisis no habría que buscarla en las apresuradas decisiones que se tomaron con respecto a la tercera generación. Baste citar si no un ejemplo de la diferente política rectora que se dio entre GSM y UMTS: cuando se concedieron en España las licencias GSM a Telefónica y Airtel, hacía dos años que se habían montado sendos sistemas experimentales públicos en la Exposición Mundial de Sevilla y en los Juegos Olímpicos de Barcelona, mientras que cuando se concedieron las licencias UMTS en 2000, aún no se había probado ni un solo sistema público. Más aún, y aunque parezca sorprendente, en esa fecha ni siquiera existían teléfonos móviles de tercera generación.

Por esa razón, en lugar de tratar de caminar por una senda que no existía, las operadoras redujeron al mínimo posible su actividad en los servicios de tercera generación y, para inquietud del Gobierno, se concentraron en apurar al máximo todas las posibilidades de la segunda con soluciones que se dieron en llamar de «generación 2,5».

Una forma de mejorar la capacidad de GSM incrementando al mismo tiempo la gama de servicios, era incorporar la conmutación por paquetes. Como resultado de ello se llegó a la definición del estándar de comunicación GPRS (General Packet Radio Service), que permite

53 Vodafone se formó en 1984 como una filial de Racal Electronics, entonces conocida como Racal Telecom, con el fin de optar a una de las dos licencias de telefonía móvil sacadas a concurso por el gobierno británico. Se segregó de Racal, convirtiéndose en una compañía independiente, en septiembre de 1991, que fue cuando cambió su nombre por el de Vodafone. A partir de ese momento, inició un proceso de expansión espectacular en todo el mundo que le ha llevado, en la actualidad, a estar presente en 26 países del mundo y a superar los 147 millones de clientes.

54 A cambio de sus acciones en Airtel, el Grupo Santander obtuvo una participación del 2,71 por 100 en el Grupo Vodafone, de la cual vendió un 1,09 por 100 en julio de 2001. La operación le reportó unas plusvalías de 269.505 millones de pesetas que le sirvieron para ampliar su participación en el Grupo Auna en diciembre de ese mismo año.

55 El Grupo Abertis se creó en abril de 2003 como consecuencia de la fusión de Acesa Infraestructuras y Aurea Concesiones de Infraestructuras, después de la adquisición previa de Iberpistas por parte de Acesa. El origen de su negocio, como se ve, es la explotación de autopistas y aparcamientos, el desarrollo de infraestructuras viarias y la promoción de espacios logísticos. Entró en el negocio de las telecomunicaciones con la adquisición de Tradia a la Generalidad catalana, primero, y la compra de Retevisión Audiovisual al Grupo Auna, después.

transferencias de datos de hasta 114 Kbps y una conexión continua a Internet para los usuarios de teléfono móvil, los cuales pagan por volumen de datos que transfieren y no por tiempo de conexión.

El primer operador en ofrecer tecnología GPRS en España fue Telefónica Móviles que en enero de 2001 lanzó tres nuevos servicios: WAP sobre GPRS, Acceso a Internet y Acceso a Intranet, con velocidades de transferencia no superiores, inicialmente, a 20 Kbps. Le siguió Amena que, en junio siguiente, ofertó su primer servicio comercial GPRS dirigido a empresas y, en noviembre, lo hizo extensivo a todos sus clientes; y, por último, Vodafone que lo lanzó en diciembre, pero con la novedad sobre sus competidores de ofrecer «roaming» internacional.

Otro medio de mejorar las posibilidades de GSM consistió en extender el servicio SMS, que se venía ofreciendo sobre GSM, a GPRS. Surgió de esa forma el servicio MMS o Multimedia Messaging Service, que permite integrar en un mismo mensaje imágenes en color, sonido y texto sin limitación de caracteres.

En esta ocasión fue Amena, del grupo Auna, quien llevó la delantera, convirtiéndose, en mayo de 2002, en la primera operadora móvil española que ofertó a sus clientes los nuevos servicios de mensajería móvil multimedia MMS. Le siguieron Telefónica Móviles, que hizo lo propio en septiembre de 2002, y Vodafone, en diciembre siguiente.

Entretanto el Gobierno, a la vista de la poca madurez de la tecnología 3G, tomó la decisión de revisar la fecha del 1 de agosto de 2001 para la puesta en servicio del UMTS, que se había fijado en el concurso, retrasándola hasta el 1 de junio de 2002. Ese día se inauguró, en un ambiente de discreción y sin grandes ceremonias, la telefonía móvil de tercera generación en España. No se le dio publicidad ni se notó lo más mínimo. Para hacerse una idea de lo desapercibido que pasó aquella efeméride, en esa fecha Telefónica tenía desplegada una única red de pequeño tamaño que sólo servía para comprobar las posibilidades del UMTS pero que, en ningún caso, pretendía ser un sistema comercial.

Así las cosas, el verdadero anuncio oficial del lanzamiento comercial de la telefonía móvil de tercera generación no se produjo hasta febrero de 2004. El viernes 13 de ese mes, fue la fecha elegida por Telefónica; y el lunes 16, la elegida por Vodafone. Amena lo hizo el 22 de octubre siguiente y Xfera, aunque anunció su entrada en el mercado también en 2004, en el último momento retrasó su lanzamiento y aún hoy no se tiene constancia exacta de sus planes.

Con todo y con ello, el lanzamiento comercial de UMTS no vino acompañado de la aparición de los ansiados nuevos terminales 3G que, a modo de prototipo, los fabricantes habían venido mostrando en los últimos meses. Tanto Telefónica como Vodafone apostaron, en esta primera fase, por el mercado empresarial y profesional a través de tarjetas PCMCIA para ordenadores portátiles, con las cuales venían realizándose pruebas desde el otoño de 2003.

La oferta comercial de Telefónica se lanzó bajo el nombre de «Oficina Movistar UMTS». Podían alcanzarse velocidades de transmisión de hasta 384 Kbps y era compatible con GPRS, lo que permitía su uso en zonas donde sólo existía cobertura GSM/DCS. Por su parte, la oferta de Vodafone, denominada «G3», era idéntica en prestaciones a la de Telefónica y únicamente variaba en el precio.

El 24 de mayo de 2004, Telefónica puso en marcha el servicio UMTS a través de móviles para todos sus abonados ofreciendo, como novedad, un servicio de videoconferencia que causó gran impacto mediático. Tan sólo dos días después, Vodafone hizo lo propio lanzando sus servicios de UMTS a través de móviles con una oferta que incluía, entre otras opciones: videollamadas, difusión en tiempo real y videomensajes<sup>56</sup>.

Mientras todos estos esfuerzos se sucedían, en febrero de 2004 trascendió a la opinión pública que el Ministerio de Ciencia y Tecnología había recibido una carta de la Comisión Europea el 12 de enero último, en la cual se exigía la retirada de todas las obligaciones relativas a la crea-

56 Sólo a título de curiosidad, el precio de las videollamadas de Telefónica era de 0,5 euros por minuto en contrato y de 0,8 euros el minuto en prepago; y el de datos, de 5 euros el megabit, en modalidad básica, y de 1,5, 1,0, 0,5 euros el megabyte, cuando se ligaba a planes de consumos mínimos mensuales de 10, 15, y 30 euros, respectivamente.

ción de empleo y de inversiones fijadas en la Orden de 10 de noviembre de 1999, que establecía las condiciones mínimas para optar a la concesión de licencias UMTS en España. Según el Comisario para la Sociedad de la Información, Erkki Liikanen, dicha Orden era contraria a las leyes comunitarias porque «*las condiciones relativas a la creación de empleo y las referentes al desarrollo de la economía nacional —sobre todo cuando no guardaban relación con el proyecto—, no podían responder, por su naturaleza y su vaguedad, a los criterios de proporcionalidad y causalidad contenidos en la directiva*»<sup>57</sup>.

Las condiciones impuestas por el Gobierno y mejoradas, más todavía, por las cuatro operadoras que en 2000 ganaron las licencias, contemplaban la creación de unos 40.000 puestos de trabajo e inversiones en proyectos sociales, desarrollo de I+D y apoyo a nuevas tecnologías por valor de 3.000 millones de euros. En su exigencia de que España se ajustase a la legalidad, la Comisión Europea pedía en aquella carta la retirada de estas condiciones y la liberación de los avales depositados por las operadoras para garantizar los compromisos que asumieron en estos dos aspectos.

Según se supo después, el Gobierno tenía un plazo de un mes, desde la recepción de la carta, para informar a Bruselas de las medidas que estaban adoptándose para conseguir que las licencias se ajustaran a la directiva de autorización pero, en su lugar, prefirió dejarla en suspenso y acordar una revisión de los compromisos iniciales adquiridos por los operadores de UMTS de creación de empleo e inversiones adquiridos por los operadores de UMTS, rebajando su volumen en un 30 por 100 de término medio<sup>58</sup>.

Transcurrido el primer mes desde que Telefónica Móviles y Vodafone lanzaran sus servicios de tercera generación, el UMTS apenas había generado movimientos apreciables de demanda. Las

altas realizadas fueron «insignificantes», según reconocían los propios operadores, mientras los fabricantes afirmaban que no se habían formalizado aún pedidos de terminales. Por otro lado, los usuarios se quejaban de la precariedad de la oferta, de la precipitación del lanzamiento y de la nula información comercial y técnica que poseía el canal de distribución.

En cuanto a Amena, en vista de su retraso respecto a Telefónica y Vodafone, optó por lanzar simultáneamente la tarjeta 3G para el ordenador portátil y el teléfono móvil para sus abonados, el 20 de octubre de 2004, obteniendo el mismo poco eco que sus dos competidores.

Actualmente, en los catálogos de los fabricantes de teléfonos móviles es posible encontrar ya termi-

Figura 10. Teléfonos móviles de tercera generación Z800 (izquierda) y K600 (derecha) de Sony Ericsson, 2005. La telefonía móvil de tercera generación permite realizar cosas que hace unos pocos años hubieran resultado impensables. Desde consultar el correo electrónico, hasta navegar por Internet, pasando por servicios de videoconferencia, la 3G ha supuesto una auténtica revolución multimedia (Fuente: Sony Ericsson)



nales 3G de elevadas prestaciones que agrupan, dentro del mismo teléfono, cámara de fotografía y vídeo, reproductor MP3, agenda electrónica, correo electrónico y navegador de Internet. En las figuras 10 y 11 pueden verse distintos modelos que han sido lanzados al mercado durante el año 2005.

57 «Bruselas cuestiona las condiciones del concurso UMTS», *Cinco Días*, 6 de febrero de 2004.

58 «Los pactos UMTS, en el aire», *Cinco Días*, 25 de marzo de 2004. En diciembre de 2002 ya se había producido una rebaja importante, de 7.000 millones a 1.000 millones de euros, en los avales exigidos a las compañías como garantía de cumplimiento de sus obligaciones. Véase *Cinco Días* de 11 de noviembre de 2002.

Figura 11. Teléfono móvil de tercera generación N90 de Nokia, 2005. Los terminales de tercera generación, además del teléfono, integran en el mismo espacio físico una serie de utilidades añadidas que se han convertido en auténticos reclamos publicitarios. Es el caso de la cámara, que permite hacer fotos, de muy buena calidad, y grabar vídeos, todavía algo rudimentarios y de corta duración (Fuente: Nokia)



Finalmente, no podemos terminar el presente capítulo sin destacar otro elemento que durante estos últimos años se ha hecho omnipresente en la «arena» mediática y que, unido a la crisis económica del sector, ha provocado una considerable incertidumbre. Se trata de la aparición de una importante alarma social originada por la presencia masiva de antenas de telefonía móvil y su posible influencia sobre la salud humana. No es despreciable, desde luego, la ascendencia que este factor haya podido tener sobre la recesión económica en este sector, máxime cuando la presión social ha obligado a algunos Ayuntamientos a paralizar la concesión de los permisos de obra para la instalación de las infraestructuras radiantes.

Según reconocía el Consejero Delegado de Telefónica Móviles, «el despliegue de las redes UMTS había ido más lento de lo previsto debido al rechazo social y a la dispersión normativa existente entre las autoridades locales» y apuntaba, en ese sentido, que coexisten entre 500 y 600 ordenanzas de las distintas administraciones públicas que impiden una instalación rápida de nuevas antenas<sup>59</sup>.

Más concretamente, el plazo medio desde que se solicita una licencia en España hasta que se pone en marcha la infraestructura es de dieciocho meses, mientras que en muchos países comunitarios este período se reduce a cuatro y en la mayoría no supera los diez.

Lamentablemente, esta alarma social aún persiste hoy en día pese al enorme esfuerzo que las tres operadoras de telefonía móvil han venido haciendo para demostrar la inocuidad de las ondas electromagnéticas. Cabe recordar, en ese sentido, la macrocampana de medición de antenas que se realizó en 2002 y que representó la mayor llevada a cabo hasta entonces en Europa.

Según la opinión de algunos expertos, la raíz del problema es más psicossomática que fisiológica. Por ese motivo, los operadores y fabricantes de telefonía móvil han puesto en marcha una nueva estrategia. Ahora utilizan un amplio catálogo de antenas camufladas —con forma de cornisa, chimenea, farola, árbol o anuncio luminoso— que se mimetizan con el entorno y que pasan desapercibidas para el ciudadano. De esa manera, dicen, se reduce la alarma social que se generaba anteriormente cuando se instalaban las enormes estructuras metálicas que soportaban los elementos radiantes. En unos años podremos apreciar qué resultados produce esta estrategia.

## Nota final

Recientemente se ha producido la última gran noticia en el mercado español de las telecomunicaciones. En julio 2005, el Grupo Auna anunció, para sorpresa general, que vendía Amena a France Telecom y su negocio de cable a la empresa ONO. France Telecom ya ha anunciado que integrará Amena en su filial de móviles Orange, lo que supondrá la desaparición de la marca española que, con su verde característico, ha sorprendido, temporada tras temporada, en todas las campañas publicitarias.

59 «Telefónica considera que el rechazo social frena el despliegue del UMTS», *Cinco Días*, 31 de agosto de 2004.

La operación se realizará en dos fases. En la primera, el grupo francés adquirirá el 80 por 100 de Amena por 8.480 millones de euros —de los que 3.400 serán pagados en efectivo, 3.000 millones en acciones y el resto lo compone la deuda asumida—, lo que supone valorar el conjunto de la operadora en 10.600 millones. El 20 por 100 restante de la operadora quedará en manos de los actuales socios durante los próximos tres años. En una segunda fase, y al término de ese plazo, aquéllos podrán vender su participación a France Telecom, que les ha garantizado un precio mínimo igual al 90 por 100 del valor actual más un interés anual del 4,5 por 100<sup>60</sup>.

El Grupo Santander, Endesa y Fenosa, accionistas de referencia del Grupo Auna, obtendrán conjuntamente por esta operación unas plusvalías de 2.060 millones de euros por la venta del primer 80 por 100 y se aseguran otros 500 millones de euros en ganancias para 2008, si desearan deshacerse de las acciones que aún les resten.

## Bibliografía

- Carr, R., (1998). «The Cellular Telephone», capítulo incluido en el libro *The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation*, editado por The National Science Foundation.
- Davis, J. H., (1998). «Cellular Mobile Telephone Services», capítulo incluido en el libro *Managing Innovation: Cases from the Services Industries*, editado por The National Academy of Engineering.
- González Palacios, B., (1995). «Telefonía Móvil: así ganó Airtel», Revista *BIT* del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, n.º 92, abril-mayo.
- GRETEL, (2004). «El nuevo marco europeo de las Comunicaciones Electrónicas y su implantación en España», cuadernos 1 a 3, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid.
- Hernando Rábanos, J. M., (1997). *Comunicaciones Móviles*, editado por el Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
- Hulten, S. y Mölleryd, B., (2000). *Entrepreneurs, Innovation and Market Processes in the Evolution of the Swedish Mobile Telecommunications Industry*, The Eighth International Joseph A. Schumpeter Society Conference, Manchester, UK.
- Ikegami, F., (1972). «Mobile Radio Communications in Japan», *IEEE Transactions on Communications*, vol. 20, no. 4, agosto.
- Joel, A. E., (1972) «Mobile Communication System», Patente de invención U.S. 3663762, solicitada el 21 de diciembre de 1970, concedida el 16 de mayo de 1972.
- Lewis, W. D., (1960). «Coordinated Broadband Mobile Telephone System», *IRE Transactions on Vehicular Communications*, mayo.
- Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones, *BOE* número 303, 19 de diciembre de 1987.
- Ley 32/1992, de 3 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones, *BOE* número 291, 4 de diciembre de 1992.
- Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, *BOE* número 99, 25 de abril de 1998.
- Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, *BOE* número 264, 4 de noviembre de 2003.
- Meurling, J. y Jeans, R., (2001). *La Crónica de Ericsson*, editado por L.M. Ericsson, Estocolmo.
- Pérez Yuste, A., (2002). «El Proceso de Implantación de la Telefonía Móvil en España», Revista *Antena de Telecomunicación* del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, n.º 149, septiembre.

60 «France Telecom acuerda la compra de de Amena por más de 10.000 millones». Diario *Cinco Días*, de 22 de julio de 2005.

- Ribas Terrado, I., (1992). «Comunicaciones móviles en los noventa (I): Telefonía Móvil Automática», Revista *Antena de Telecomunicación* del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, n.º 113, mayo-junio.
- Romero, R., (1994). «Colección Histórico-Tecnológica de Telefónica», editado por la Fundación Arte y Tecnología de la Compañía Telefónica Nacional de España, Madrid.
- Schulte, H. J., y Cornell, W. A., (1960). «Multi-Area Mobile Telephone System», *IRE Transactions on Vehicular Communications*, mayo.
- Secretaría General de Comunicaciones, (1993). *La Liberalización de las Telecomunicaciones*, editado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Madrid.
- Ugarte Gil, J., (1986) «Telefonía Móvil Automática», Revista *BIT* del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, n.º 46, noviembre.
- Young, W. R., (1979). «Advanced Mobile Phone Service: Introduction, Background and Objectives», *Bell System Technical Journal*, vol. 58, n.º 1, enero.
- Zafra, J. M., (2000). «Fomento cambió los criterios del concurso de licencias de móvil UMTS en el último momento», *El País, Economía*, 22 de diciembre.





Dentro de los centros de seguimiento de satélites se puede destacar el centro de comunicaciones de la Red del espacio Profundo de la ESA (Agencia Espacial Europea), situado en Cebreros. En la fotografía se aprecia a Pedro Duque el día de la inauguración (28 de septiembre de 2005). ESA.

# La evolución de los servicios de telecomunicación

# El servicio de radioastronomía en España

Ignacio González Carracedo



Observatorio Astronómico de Tycho Brahe. Este investigador estudió el movimiento de los planetas con un sextante. Sus observaciones duraron décadas y fueron las más precisas de la época

## Primeras observaciones astronómicas

Desde la más remota antigüedad el hombre ha mirado a las estrellas, unas veces buscando sus dioses, otras guiándose durante la noche; pero, en definitiva, siempre ha mostrado su curiosidad por los astros.

Mirando al cielo en una noche sin nubes, y a ser posible con luna nueva, se pueden ver alrededor de dos mil estrellas, siempre que estemos alejados de una ciudad donde el ruido producido por las luminarias, conocido como contaminación luminosa, nos lo permita.

Esto mismo hizo hacia el siglo II a.C. Hiparco, quien realizó los primeros mapas sobre nuestro cielo. Observando las estrellas durante años comprobó con su propio mapa que, mirando al cielo el primer día de primavera de cada año, las estrellas estaban casi en la misma posición. Hiparco pasó años observando las estrellas, usando su mapa para contrastarlo con las observaciones antiguas de los Babilonios y consiguiendo, de esta forma, uno de los descubrimientos más importantes de la historia de la Astronomía, gracias sobre todo a su propio mapa. Posteriormente Tycho Brahe, un noble del siglo XVI, construyó un observatorio en su casa para estudiar los movimientos de los planetas a ojo desnudo con la ayuda de un gran sextante. Estas observaciones duraron décadas y fueron las más precisas de la época. Una vez fallecido Brahe, los datos fueron entregados a su asistente Johannes Kepler, quien utilizando estos mapas dedujo sus tres Leyes sobre el movimiento planetario, consideradas como uno de los más importantes descubrimientos científicos de la época.

Primera Ley

«Los planetas describen órbitas elípticas estando el Sol en uno de sus focos.»

Segunda Ley

«El vector posición de cualquier planeta respecto del Sol barre áreas iguales de la elipse en tiempos iguales.»

Tercera Ley

«Los cuadrados de los periodos de revolución de los planetas son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la órbita elíptica que describe.»

Durante los tres siglos siguientes a las aportaciones de Kepler, los astrónomos siguieron creyendo que el Universo estaba formado tanto por las estrellas que se podían ver en nuestra Vía Láctea, como por unos cuantos objetos borrosos a los que llamaron *nebulosas*. Algunos astrónomos incluso llegaron a pensar que estos objetos estaban rodeando las estrellas, aunque posteriormente se descubriría que muchos de ellos eran otras galaxias, más alejadas de nuestro peque-

ño planeta: la Tierra. Estas interpretaciones se debieron a que los primeros telescopios, invento que se le atribuye a Galileo Galilei hacia el año 1609, no tenían suficiente poder de resolución para distinguir entre las estrellas individuales, situadas a cientos de años luz, y las propias galaxias a las que pertenecían; de ahí que estas últimas aparecieran como nebulosas borrosas en el cielo. Fue en 1917, cuando se construyó el telescopio del Monte Wilson en California, que fue el más grande hasta la fecha. Con el empleo de este telescopio, que se consideraba gigante, los astrónomos pudieron descubrir que las nebulosas de las que se hablaba, no eran otra cosa que otras galaxias, como nuestra Vía Láctea. A raíz de estos hallazgos, se realizaron nuevos mapas en los que el Universo ya aparecía formado por cientos de miles de millones de galaxias; pero hubo que esperar todavía algún tiempo más para que se descubriera que el Universo no sólo era mucho más grande de lo que nadie pudiera soñar jamás, sino que, además, estaba en expansión, dato difícil de entender para los antiguos astrónomos, que consideraban que *«el Universo era la perfección, no podía ser cambiante y tenía que ser geoméricamente perfecto»*.

Por otro lado, y avanzando en las leyes de la física, hacia el año 1600 Isaac Newton desarrolló la Ley de la Gravitación Universal, relacionando la fuerza de atracción de dos cuerpos distantes con la masa de los mismos y el cuadrado de la distancia que les separaba, extrapolando sus conclusiones a la atracción de los cuerpos situados en el Universo. Newton tuvo una serie de problemas al aplicar su teoría de la gravitación al Universo entero, ya que, al ser la gravedad una fuerza atractiva, el Universo debería agruparse en una gran bola, lo que no ocurría, y solucionó diciendo que *«el Creador colocó las estrellas de forma que estuviesen a distancias inmensas unas de otras»*.

Unos cuatrocientos años después de que Newton desarrollara su teoría, en 1916, Albert Einstein se encontró con el mismo problema tras finalizar su Teoría de la Relatividad General, ya que se debería cumplir la teoría de Newton de colapso del Universo en una gran bola. Einstein partió del principio de que el Universo debería ser estático, por lo que utilizó una constante para contrarrestar la gravedad a distancias muy grandes.

Poco después, en 1924, Edwin Hubble en los Observatorios Carnegie en Pasadena, California, hizo un nuevo mapa del Universo. Fue Hubble quien, observando galaxias lejanas, encontró que la luz de estas galaxias «estaba corrida» hacia el rojo, algo parecido a lo que ocurre con el sonido de la sirena de un coche de bomberos según se acerca o se aleja, y se produce un cambio aparente de frecuencia del sonido, que se denomina efecto Doppler. Esto puso de manifiesto que si el Universo estaba en expansión todo habría tenido que comenzar hace unos 15.000.000.000 de años, a lo que denominó *Big Bang*. Al escuchar Einstein el descubrimiento de Hubble, se dio cuenta de que sus ecuaciones estaban mal interpretadas, pues ya predecían un Universo en expansión y llamó a la constante que utilizó «el mayor error». La idea de un Universo en expansión es la base de la astronomía moderna.

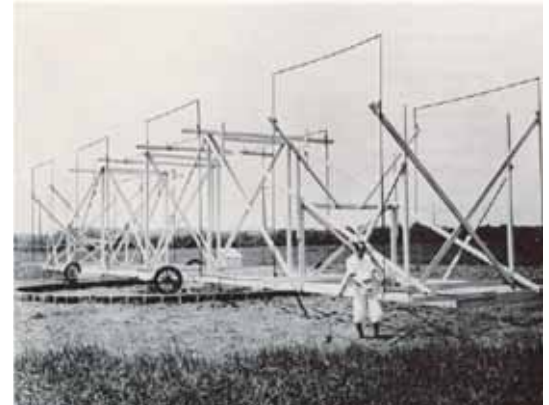
## Las ondas de radio en el Universo

Los fenómenos físicos básicos para la emisión de ondas de radio de las galaxias y otros objetos celestes, son muy distintos de los que hacen que esos mismos objetos brillen en el firmamento por la noche con luz visible. Casi todas las ondas electromagnéticas que se emiten en el espectro visible tienen un origen térmico; por ejemplo, la temperatura interna de una estrella. Sin embargo, las ondas electromagnéticas que están comprendidas dentro del espectro de radio se deben al movimiento de las partículas elementales cargadas. Como ejemplo se puede citar un tipo de emisión de radio-ondas de los más estudiados denominado radiación de sincrotrón, que no es otra cosa que el movimiento en espiral de los haces de electrones que se desplazan a velocidad de la luz, mientras cruzan campos magnéticos estelares o galácticos.

Hay que hacer notar, llegados a este punto, que no todos los cuerpos que son fuertes emisores de luz lo son también de ondas electromagnéticas en frecuencias de radio. Así, las estrellas que vemos a simple vista durante la noche, como nuestro Sol, al que podemos ver directamente durante el día teniendo incluso que protegernos con lentes especiales para no dañar nuestro sistema de visión al observarlo, son fuentes muy débiles de radiación electromagnéti-

Antena de Jansky *calesita*, diseñada para el estudio de los ruidos de estática, detectó un ruido de fondo que procedía exactamente del centro de nuestra galaxia. En la fotografía se aprecian las ruedas de un Ford en un riel circular sobre el que la construyó

ca. Si nuestros ojos vieran a otras longitudes de onda del espectro electromagnético, el cielo cambiaría sustancialmente de aspecto, el Sol sería una débil fuente y la Luna y los planetas del Sistema Solar serían casi invisibles, al mismo tiempo que casi todas las estrellas desaparecerían del cielo y sólo quedaría una franja intensa en el plano ecuatorial de nuestra galaxia: la Vía Láctea, que sería la parte de la galaxia donde los flujos de partículas que componen los rayos cósmicos producen una radiación de sincrotrón intensa. Junto con esa franja que ocuparía la bóveda celeste, veríamos también fuentes aisladas en el interior de la galaxia, que se corresponderían con las supernovas y con los púlsares; las supernovas son objetos muy brillantes consecuencia de la explosión de una estrella debido a que su núcleo ya no puede continuar con la fusión nuclear incapaz de sostenerse por la degeneración de sus electrones, lo que provoca una fuerte explosión que puede durar incluso meses y los púlsares son núcleos compactados de estrellas que han muerto por explosión de una supernova y que emiten rápidos pulsos, por lo que, en un principio, fueron atribuidos a emisiones extraterrestres.



Los estudios indican que un púlsar es una estrella de neutrones pequeña que gira a gran velocidad. El más conocido está en la nebulosa de Cangrejo. Su densidad es tan grande que, en ellos, la materia de la medida de una tapa de bolígrafo tiene una masa de cerca de 100.000 toneladas. Los púlsares emiten una gran cantidad de energía. El campo magnético, es muy intenso y se concentra en un espacio reducido. Esto lo acelera y le hace emitir un haz de radiaciones que aquí recibimos como ondas de radio, las cuales percibimos mediante los radiotelescopios. Los púlsares tienen, a veces, planetas girando a su alrededor debido a que provocan variaciones en la frecuencia de sus pulsos (la palabra *púlsar* significa *pulsating radio source*, fuente de radio pulsante), se requieren relojes de extraordinaria precisión para detectar estos cambios de frecuencia; también se observarían nebulosas que se corresponden con galaxias lejanas, etc., incluso podríamos ver objetos mucho más distantes, o galaxias externas como Andrómeda y también quásares, que son núcleos de galaxias que parecen estar en los confines del Universo.

## Inicios de la Radioastronomía

La observación del espacio exterior ha presentado múltiples innovaciones que se han ido utilizando paulatinamente. Uno de los primeros logros fue la invención del telescopio que permitía la visualización de las estrellas y galaxias a gran distancia. Pero la complejidad del universo ha hecho necesario la incorporación de nuevas técnicas y métodos para su análisis e investigación y las telecomunicaciones han contribuido de manera importante a ello. Así, con los modernos radiotelescopios se ha podido analizar aquello que habitualmente era imposible observar con medios ópticos, dando paso a la *Radioastronomía*, que permitió a los astrónomos descubrir un nuevo Universo en el que se encontraban agujeros negros en los centros de las galaxias, estrellas con la masa de una montaña comprimida al tamaño de un terrón de azúcar, galaxias colisionando, estrellas explotando, y quásares. Estos últimos, cuyo nombre se forma como acrónimo de las palabras *Quasi Stellar Radio Source*, se aplican a objetos de aspecto estelar con el tamaño de una galaxia y son objetos muy alejados con grandes corrimientos hacia el rojo y, por lo tanto, de los más antiguos del universo, llegándose a pensar que podrían corresponderse con los núcleos de las primeras galaxias que surgieron tras el Big Bang.

El inicio de la Radioastronomía se puede situar en Holdem, New Jersey, en los laboratorios Bell, hacia 1932, cuando el ingeniero Karl G. Jansky fue emplazado para estudiar el problema de la dirección principal de llegada de los ruidos de estática provenientes de las tormentas, con el fin de maximizar la relación señal/ruido en las conferencias transoceánicas y, de esta forma, poder diseñar antenas que tuvieran una mínima respuesta en esas direcciones.

Para su estudio, Jansky construyó una antena que llamó *calesita* del tipo de *array* de Bruce, unidireccional y con polarización vertical de 30 metros de largo por 4 metros de alto, montada sobre las ruedas de un Ford en un riel circular que permitían variar la recepción en azimut.

El array de Bruce es un conjunto de antenas que se basa en un hilo de cobre continuo de  $1/4$  de longitud de onda separados  $1/4$  de longitud de onda y polarizados verticalmente. Para asegurar una polarización vertical, se necesita alimentar la antena en el centro de los hilos verticales (los dipolos), obteniendo unas ganancias que casi duplican a las de un dipolo convencional. La vertical final necesita que se le agregue  $1/8$  de longitud de onda de hilo de cobre, dejándose normalmente por facilidad en posición horizontal en abierto.

Esta antena giraba con un motor síncrono a razón de una vuelta cada veinte minutos y estaba conectada a un receptor que operaba en la banda de los 20,5 MHz. La salida del receptor se enviaba a un registrador de papel con una constante de tiempo elevada.

Del estudio de esos registros, Jansky identificó tres fuentes: una de tormentas locales; otra estática de tormentas lejanas del sur; y una tercera que era un ruido constante de origen desconocido, que en su primer informe pensó que provenía del Sol, y posteriormente, en un informe publicado en 1933 titulado: *Disturbios eléctricos de posible origen extraterrestre*, dedujo que procedía de alguna fuente externa a nuestro sistema solar, dando las coordenadas del centro mismo de nuestra galaxia: la Vía Láctea. Se dio cuenta, igualmente, de que esta radiación ponía un límite a la sensibilidad de los receptores, indicando que se necesitarían antenas mucho mayores y además móviles para poder apuntar a cualquier parte del cielo, proponiendo la construcción de una antena parabólica de 30 metros de diámetro para usar en longitudes de onda de varios metros. A pesar de ello no encontró financiación para llevar a cabo este proyecto.

Cinco años más tarde, en el año 1937, un ingeniero especializado en radio de la Bell Telephone, Grote Reber, se interesó por los trabajos de Jansky y construyó una antena parabólica de diez metros de diámetro en su casa de Wheaton (Illinois). En 1939 Reber obtuvo grandes concentraciones de radiación de la galaxia e hizo publicar sus resultados en 1940 en el *Astrophysical Journal*, si bien no obtuvieron el apoyo en una primera fase del editor. Su antena era menor que la empleada por Jansky, aunque utilizó una frecuencia mayor para obtener un haz de radiación más agudo. Reber continuó perfeccionando el sistema hasta que en 1944 publicó los primeros mapas del *radiocielo* con mediciones casi tan precisas como las actuales.

El Dr. Oort, director del observatorio alemán de Leyden, se mostró muy interesado por el informe de Reber y sugirió que si se encontraba una línea de radiación monocromática se podrían hacer grandes descubrimientos. En 1944 Hulst, astrónomo del observatorio de Leyden, informó de que el Hidrógeno neutro podría servir para estas investigaciones, al tener una frecuencia de 1.420 MHz, correspondiente a una transición de estados en este átomo, debida al espontáneo cambio del spin de sus electrones como consecuencia de la absorción de energía. Tras las investigaciones realizadas en 1951 por Ewen y Purcell en la Universidad de Harvard, por Oort y Muller en Leyden, por Christiansen en Sydney y posteriormente en 1954 por Hagen y Mc Clain en el US Naval Research Observatory se detectó la línea de absorción del hidrógeno, lo cual sirvió para hacer un mapeo de la estructura de nuestra galaxia.

Paralelamente a estos descubrimientos, la Radioastronomía se vio potenciada con los desarrollos del *radar*, realizados durante la Segunda Guerra Mundial, al mismo tiempo que se ejecutaron amplios planes dedicados a la misma. Como ejemplo, hay que mencionar que en Manchester se construyó una antena parabólica fija de 66 metros de diámetro y otra móvil de 76 metros de diámetro que, terminada en 1957, fue durante muchos años la mayor antena móvil del mundo.

## Ventajas de la Radioastronomía en el estudio del universo. Aplicaciones

La Radioastronomía, importante rama de la Astronomía, estudia los cuerpos celestes a través de sus emisiones en el dominio de las ondas de radio, es decir en las frecuencias comprendidas entre 1 y 300 GHz o, hablando en términos de longitud de onda, desde las ondas mili-



Antena de Reber. Gracias a ella se publicaron los primeros mapas del *radiocielo* en 1944 con mediciones casi tan precisas como las actuales



Antena parabólica de Manchester.  
Fue durante muchos años la más  
grande del mundo con 66 m  
de diámetro

métricas hasta las kilométricas. Las distintas bandas de radio empleadas en Radioastronomía reciben los siguientes nombres:

BANDA	Longitud de onda (cm)	Frecuencia (GHz)
L	30-15	1-2
S	15-7,5	2-4
C	7,5-3,75	4-8
X	3,75-2,40	8-12
K	2,4-0,75	12-40

Los radiotelescopios sólo son sensibles a la radiación electromagnética con una longitud de onda relativamente larga, por eso la resolución de un instrumento sencillo es baja. Sin embargo, cuando las señales de un grupo de telescopios que apuntan al mismo objetivo se combinan mediante las técnicas de interferometría, utilizando el fenómeno de la interferencia mediante el empleo de correladores, que lo que hacen es mezclar las señales que llegan a dos o más radiotelescopios, la resolución se mejora sustancialmente. La utilización de esta técnica requiere que las ondas recibidas en dos o más radiotelescopios provengan del mismo objeto celeste, lo que se denomina la misma fuente; sean de la misma frecuencia; y estén en fase, o bien su diferencia de fase sea constante con el tiempo. En la actualidad se dispone de dos tipos de interferómetros, el interferómetro por división del frente de onda (*desplazamiento de fase*) o interferómetro de Young y el interferómetro por división de amplitud (*síntesis de apertura*) o interferómetro de Michelson.

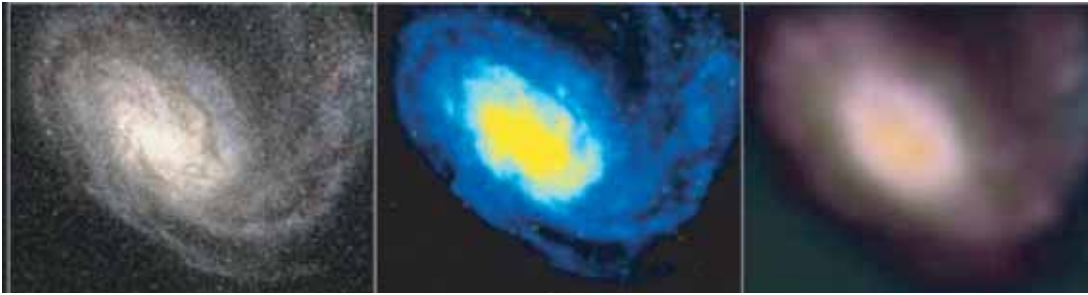
Pero también los telescopios ópticos se han visto complementados por los *arrays* o conjuntos de radiotelescopios, conocidos también por interferómetros. Suelen ser multiplicadores que, ayudados de sumadores y líneas de retardo ajustables digitalmente empleando un ordenador, permiten estudiar las señales recibidas mediante síntesis de apertura como se hace en el VLA (Very Large Array, o conjunto muy grande) de 27 antenas repartidas en unos 40 km de las planicies de San Agustín, en Nuevo México. Otra técnica empleada por los interferómetros es la conmutación por desplazamiento de fase, como se realiza en los interferómetros de *lóbulo barrido*, cuyo efecto es el barrido del campo celeste abarcado por las antenas, que pueden ser de dos tipos: los *Interferómetros de Brazos Iguales, IBI*, que tienen la misma longitud de tramos de cables idénticos desde la antena al sumador, y los *Interferómetros de Brazos Diferentes, IBD*, que tienen un cable adicional de media longitud de onda y mediante la conmutación rápida de ambas señales permiten obtener una señal con franjas más definidas restando ambos registros; entre otros tipos de interferómetros también habría que citar el interferómetro de potencia total o el interferómetro sumador.

Algunos lugares del Universo habrían sido imposibles de descubrir utilizando únicamente métodos ópticos. No se debe olvidar que el espectro visible no es más que una pequeña parte del espectro electromagnético y que el polvo interestelar, las nubes de gases e incluso nuestra propia atmósfera terrestre no permiten atravesar las longitudes de onda del espectro visible. Por ello, es necesario establecer ventanas en distintas frecuencias las cuales deben ser estudiadas mediante otras herramientas para ser detectadas por otro tipo de tecnologías e instrumentos, que funcionan en frecuencias de las ondas de radio, rayos gamma, rayos x, ultravioleta, visible e infrarrojos. Hoy en día se dispone de tecnologías que sirven para detectar fuentes de ondas a cualquier frecuencia del espectro electromagnético, algunas de las cuales se encuentran instaladas en satélites, evitando de esta manera el filtro provocado por la atmósfera terrestre.

La forma en la que se ven las galaxias con los distintos instrumentos puede apreciarse en la imagen de la página siguiente, en la que aparece la misma galaxia a distintas longitudes de onda.

La imagen del *Espectro Electromagnético* donde se detalla la parte del espectro visible que es la empleada en los telescopios originales, los formados por lentes y espejos, se puede observar en la figura de la página siguiente.

De esta forma, la Radioastronomía sirve para revelar otros tipos de misterios del Universo a través del estudio de las ondas de radio. Por ejemplo, a escala planetaria se han detectado ciertas interacciones entre los campos magnéticos locales, como ocurre en Júpiter, que emite radiación de sincrotrón debido al fuerte campo magnético que lo rodea. También en el Sol se estu-

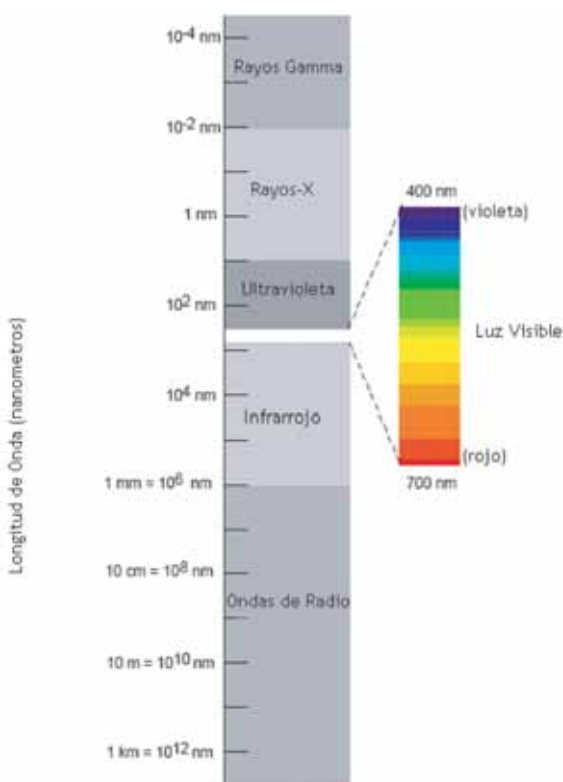


En estas tres fotografías se observa el aspecto de una misma galaxia a distintas longitudes de onda: visible, radio e infrarrojo, empezando de izquierda a derecha

dian fenómenos como las manchas y las erupciones solares, que son fuertes emisores de ondas de radio. Se ha averiguado que las lluvias de meteoritos de periodicidad anual generan unas trazas de partículas que se queman en la atmósfera ionizando átomos y estas cargas en movimiento generan ondas de radio que son detectadas incluso de día. Se ha podido descubrir que entre las estrellas hay grandes cantidades de hidrógeno, detectado en la longitud de onda de 21 cm, que es provocado por las inversiones esporádicas del spin de sus electrones, o cambio de giro, al captar energía. Observando los corrimientos hacia el rojo y mirando hacia atrás en el tiempo se ha podido confirmar que el Universo está en expansión y se corrobora la teoría del *Big Bang*, procedente de la radiación de fondo. Actualmente los astrónomos están realizando investigaciones muy interesantes como con los quásares, que son del tamaño del Sistema Solar, pero más brillantes que una galaxia y se encuentran muy distantes de nuestra Tierra. También se han encontrado falsas estrellas, que se han denominado *enanas marrones* y se está construyendo un nuevo mapa del Universo, que servirá para despejar muchas dudas sobre el origen del mismo.

Este mapa lo está construyendo el SDSS (Sloan Digital Sky Survey) y será empleado por los astrónomos durante las próximas décadas. El SDSS mide las posiciones y las propiedades de los más de 100 millones de objetos celestes que sus telescopios alcanzan sobre un cuarto del norte estelar. Para encontrar todos esos objetos celestes, los astrónomos utilizan sus telescopios y toman fotos del cielo sobre el área de inspección. A partir de estas observaciones se van categorizando los objetos, estrellas, galaxias y quásares, entre otros, determinando sus posiciones de una forma extremadamente precisa y calculando las distancias entre los mismos para crear un mapa tridimensional completo del Universo.

Para los cosmólogos es muy importante medir distancias, intentando conocer de esta forma el origen del Universo y su composición; con esta intención en el SDSS se emplea un aparato denominado espectrógrafo, el cual analiza la luz que le llega a un objeto celeste, mediante un prisma que la descompone en sus colores y que determina la cantidad de luz de cada color que le llega. Como el Universo está en expansión, los colores *se estiran hacia el rojo*, que es lo que se denomina en astronomía corrimiento hacia el rojo, y midiendo el corrimiento hacia el rojo de cada galaxia se puede determinar la distancia a la misma y, de esta forma, generar el mapa tridimensional de todas las galaxias. La tecnología empleada en el SDSS permite medir las distancias a 600 galaxias en menos de una hora, por lo que en cinco años se habrá determinado la posición de un millón de galaxias.



Espectro electromagnético. Puede observarse cómo la parte correspondiente a la luz visible es sólo una fracción de todo el espectro

Pero la Radioastronomía, al contrario de lo que inicialmente pueda pensarse, no se emplea únicamente para estudiar el espacio exterior. Otra de las aplicaciones es el estudio de nuestro planeta, su composición, deriva continental o distancias en la superficie terrestre, entre otros. La capacidad para investigar astros a distancia temporal distinta a la actual es otra de las facilidades que se vienen utilizando, y que muestra cómo eran esos astros hace muchos años, debido al tiempo que tarda la luz en llegar hasta nosotros. Esto permite observar estados primitivos del Universo como el nacimiento y la muerte de las estrellas, el polvo interestelar, las galaxias cercanas y lejanas, los planetas y cometas de nuestro sistema solar, comprendiendo de esta forma cómo era el Universo hace millones de años.

## La Radioastronomía en España

La historia española en Astronomía es relativamente reciente. El primer observatorio lo fundó en Madrid el rey Carlos III, aconsejado por el marino Jorge Juan. Se trataba del Observatorio Astronómico de Madrid cuya fachada principal fue diseñada por el arquitecto Juan de Villanueva, y que hoy en día es sede central del Observatorio Astronómico Nacional. En sus inicios se empleó un telescopio reflector con un espejo de 60 cm de diámetro, fabricado por el astrónomo e instrumentalista W. Herschel. Los primeros astrónomos españoles en utilizarlo tuvieron que desplazarse hasta Alemania y otros países para formarse en construcción de instrumentos y en observaciones astronómicas.

Para la realización de trabajos astronómicos, geodésicos y meteorológicos se instaló el meridiano Repsold en 1854 y el anteojo Mertz en 1858, y fue entonces cuando España comenzó en campañas de cooperación internacional. En 1904, el Observatorio Astronómico de Madrid fue agregado al Instituto Geográfico Nacional (IGN), incorporándose en 1912 a la instrumentación del mismo el gran ecuatorial de Grubb, un espectroheliógrafo y otros equipos.

Al principio el Observatorio Astronómico de Madrid se dedicaba a las actividades de todos los campos de la Astronomía y ciencias afines: desde la física solar y estelar hasta la mecánica celeste, pasando por el desarrollo de instrumentación, la conservación oficial de la Hora y las aplicaciones en Geodesia.

Entre 1970 y 1980 el interés en España por la Astronomía aumentó considerablemente, creándose otros centros, como el Centro Astronómico de Yebes, en la provincia de Guadalajara, donde se instaló un radiotelescopio de 14 m de diámetro para ondas milimétricas, y como la Estación de Observación de Calar Alto, en Almería, donde se instaló un telescopio óptico de 1,52 metros de apertura. Con el conjunto de estos tres observatorios se forma el Observatorio Astronómico Nacional, (OAN). De esta forma se potencian las líneas de estudio: Astrometría, Heliofísica, Física estelar y se inicia en nuestro país una nueva línea de investigación y desarrollo instrumental: la Radioastronomía.

## Cooperación internacional

Sin duda, el Centro Astronómico de Yebes (CAY) es el más importante de todos los observatorios españoles en el campo de la Radioastronomía. A finales de los años setenta se instaló un radiotelescopio para realizar observaciones en la banda de los 7 mm, dotado de espectrómetros y receptores, que estaba controlado por ordenador y se apoyaba en las últimas tecnologías. Este radiotelescopio ha servido para formar a radioastrónomos e ingenieros en estas técnicas de observación.

Fachada principal del Observatorio Astronómico de Madrid. Este Observatorio fue creado por Carlos III y hoy en día es la sede central del Observatorio Astronómico Nacional, del que también forman parte el Centro Astronómico de Yebes, Guadalajara, y la Estación de Observación de Calar Alto, Almería



Centro Astronómico de Yebes, Guadalajara. Es el más importante en I+D en España y cuenta con un radiotelescopio para ondas milimétricas



Otro centro a destacar es el Observatorio de Calar Alto (CAHA), que se encuentra a 44 km al norte de la ciudad de Almería, y que pertenece al Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA), donde la Sociedad Max Planck instaló varios telescopios ópticos. Además, el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) instaló en 1977 un telescopio óptico de 1,5 m de diámetro fabricado por la empresa francesa REOSC, que dispone de instrumentación post-foco (fotómetro, cámara CCD, cámara infrarroja MAGIC) que se utiliza para observaciones de una gran variedad de objetos astronómicos: planetas, estrellas, nubes interestelares, galaxias, etcétera.



Además de estos dos centros vinculados al Observatorio Astronómico Nacional, hay que citar el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y el Observatorio del Teide (OT), que pertenecen al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y forman parte del European Northern Observatory (ENO).

El primero de ellos se encuentra junto al Parque Natural de la Caldera de Taburiente, en la isla de la Palma y debido a su situación a una altitud de 2.423 m, y a la claridad de su cielo, ofrece unas condiciones excepcionales para la observación nocturna, la Física Solar y la Astrofísica de Altas Energías. Es por ello que dentro de los acuerdos internacionales existentes, distintos países han colocado allí sus telescopios<sup>1</sup>.

El Observatorio del Teide, que fue inaugurado en 1985, está situado en la isla de Tenerife y se dedica principalmente al estudio del Sol. En él se encuentran los mejores telescopios solares de toda Europa, a una altitud de 2.400 m. Cuenta con dos radiotelescopios, orientados preferentemente al estudio de la radiación de fondo de microondas (CMB,



España, a través del Instituto hispano-franco-alemán de Radioastronomía Milimétrica (IRAM), dispone de uno de los mejores radiotelescopios del mundo, con una antena de 30 m de diámetro, situado en Sierra Nevada (Granada)

(Arriba) Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15 del Observatorio del Teide. Este Observatorio fue inaugurado en 1985. Situado en la isla de Tenerife, se dedica principalmente al estudio del Sol

(Abajo) Observatorio de Calar Alto, Almería. El Observatorio Astronómico Nacional instaló en 1977 un telescopio óptico de 1,5 m de diámetro que dispone de instrumentación post-foco que se utiliza para observaciones de una gran variedad de objetos astronómicos: planetas, estrellas, nubes interestelares y galaxias

1 OBSERVATORIO ROQUE DE LOS MUCHACHOS

- Gran Telescopio de Canarias (GTC), propiedad del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).
- Telescopio «William Herschel» (WHT), PPARC (Particle Physics and Astronomy Research Council), del Reino Unido, NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek), de los Países Bajos e Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).
- Telescopio «Isaac Newton» (INT), Reino Unido.
- Telescopio «Jacobus Kapteyn», PPARC (Particle Physics and Astronomy Research Council), del Reino Unido, NWO (Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek), de los Países Bajos, DIAS (Dublin Institute of Advanced Studies), de la República de Irlanda y la Universidad de Oporto (Portugal).
- Telescopio Nacional «Galileo» (TNG), Fundación Galileo Galilei, financiada por el Instituto Nazionale di Astrofísica (INAF) de Italia.
- Telescopio Óptico Nórdico (NOT), Nordic Optical Telescope Scientific Association (NOTSA) integrado por Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia e Islandia.
- Telescopio de Liverpool, John Moores University (JMU) de Liverpool.
- Telescopio Mercator, Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica.
- Telescopio Solar Sueco (SST), Instituto de Física Solar de la Real Academia de Ciencias de Suecia.
- Telescopio Solar Holandés (DOT), Holanda.
- Telescopio Meridiano de Carlsberg (CMT), Observatorio de la Universidad de Copenhague (Dinamarca) y al Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz).
- Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope (MAGIC), Deutsche Museum de Múnich (Alemania), el Instituto de Astrofísica de Canarias, y la MAGIC telescope collaboration, del Max Planck Institut für Physik (Múnich), Siegfried Bethke, y el Instituto de Física de Altas Energías de Barcelona.
- SuperWASP, Cambridge University, el Instituto de Astrofísica de Canarias, el Grupo de telescopios Isaac Newton telescopes, Universidad de Keele, Universidad de Leicester, la Universidad Abierta, Queen's University Belfast y St. Andrew's University.
- Telescopio óptico, 60 cm, Asociación Astronómica Palmera (AAP).

Very Small Array (VSA) del Observatorio del Teide. El Observatorio del Teide (OT), junto con el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) pertenecen al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y forman parte del European Northern Observatory (ENO)



Cosmic Microwave Background). Se están instalando también telescopios telecontrolados, que permiten operar sin la presencia física del operador. También en este centro se encuentran telescopios de otros muchos países y organizaciones<sup>2</sup>.

Hay que destacar dentro de este observatorio el VSA, o batería de interferómetros formada por 91 pares de antenas de bocina combinadas en un correlador; la antena es fruto de

una colaboración entre la Universidad de Cambridge y el IAC y fue instalada en diciembre de 1999 en su lugar definitivo.

También es importante citar que España, a través del Instituto hispano-franco-alemán de Radioastronomía Milimétrica (IRAM), dispone de uno de los mejores radiotelescopios del mundo, con una antena de 30 m. de diámetro, situado en Sierra Nevada (Granada), concretamente junto al Pico del Veleta y denominado Observatorio de Pico Veleta.

Este radiotelescopio fue calibrado minuciosamente para asegurar la disponibilidad de un paraboloide perfecto, y se ajustaron los cuatrocientos paneles de los que constaba la antena con llaves que los movían en órdenes de micras. Para la calibración se utilizaron dos señales: una desde el Pico del Veleta y otra desde un satélite artificial y mediante el empleo de técnicas holográficas se corrigió la inclinación de cada panel para garantizar el funcionamiento de la antena, evitando problemas de aberraciones geométricas, lo que implicarían fallos de «visión» de la antena.



Interferómetro de seis antenas de Plateau de Bure, situado en Francia. España puede utilizar este interferómetro gracias a nuestra participación en el IRAM

Hoy en día, para evitar estos problemas se construyen platos de antenas de una sola lámina de carbono que no se pinta y queda como un espejo. Gracias a nuestra participación en el IRAM, es posible utilizar el interferómetro de seis antenas de 15 m. de Plateau de Bure, en Francia, cuyas antenas son de este último tipo.

El Observatorio de Sierra Nevada (OSN), que es gestionado y operado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), es otra de las colaboraciones que se están realizando a nivel internacional.

2 OBSERVATORIO DEL TEIDE  
Telescopio Carlos Sánchez (TCS) propiedad del IAC.  
Vacuum Tower Telescope (VTT), alemán.  
Telescopio IAC-80, IAC.  
The Gregor Telescope, consorcio de instituciones alemanas y otros socios internacionales.  
Optical Ground Station (OGS), Agencia Europea del Espacio.  
THEMIS, franco-italiano.  
Laboratorio Solar:  
Telescopio MONS, Universidad de Mons, Bélgica.  
Bradford Robotic Telescope, Universidad de Bradford, Reino Unido.  
STELLA, Instituto Astrofísico de Potsdam, Alemania.  
STARE.  
Optical Telescope Array (OTA), Sociedad del Telescopio, Estados Unidos.



Hay que mencionar también tres grandes centros de seguimiento de satélites: el Centro de Comunicaciones de la Red de Espacio Profundo para el seguimiento de misiones de la NASA, situada en Robledo de Chavela, a 60 km de Madrid, el Centro de Comunicaciones de la Red del Espacio Profundo de la ESA situado en Cebreros y la Estación de Seguimiento de Satélites de la ESA (Agencia Espacial Europea), que se encuentra en Villafranca del Castillo (VILSPA)<sup>3</sup>.

Prototipos de antena para el VLA de Socorro, Nuevo México. El personal del OAN está inmerso en el diseño óptico de recepción, participando mediante técnicas holográficas en la optimización de los prototipos de antena, algunos de los cuales se están probando en el VLA de Socorro

En cuanto a Investigación y Desarrollo nuestros laboratorios se han especializado en estudios y desarrollos en la óptica de las antenas, receptores, espectrómetros, software para control de radiotelescopios y diseño y construcción de amplificadores criogénicos de bajo ruido y banda ancha, que posteriormente son usados en los observatorios radioastronómicos de Bordeaux y Meudon en Francia, INPE en Brasil y en proyectos europeos de investigación de la atmósfera como el Observatorio Espacial Herschel y el interferómetro ALMA, utilizados todos ellos por astrónomos españoles.

La colaboración internacional es de suma importancia en el campo de la astronomía, por ello el OAN es miembro fundador del JIVE, Instituto Conjunto para Interferometría de Muy Larga Base en Europa, con sede en Holanda. Su fin es facultar a los usuarios de la EVN o Red Europea de Interferometría de Muy Larga Base (Very Long Baseline Interferometry, VLBI), de ayuda en su uso y del empleo de un correlador.

La incorporación del OAN a la Red Europea de VLBI implicó la participación en las investigaciones a otras longitudes de onda, para lo que se instaló un receptor de bandas S y X y se diseñó y construyó un segundo subreflector que adaptaba los radiotelescopios a estas frecuencias.

El más ambicioso proyecto en Radioastronomía para las próximas décadas es el proyecto ALMA, Atacama Large Millimeter Array (Gran Interferómetro de Ondas Milimétricas de Atacama), en el que colaboran Europa, EE.UU. y Canadá, si bien próximamente puede que también se una Japón. ALMA será un conjunto de 64 antenas parabólicas de 12 m de diámetro que ocuparán un espacio de 15 x 15 km<sup>2</sup> de la llanura de Chajnantor, a 5.000 m de altitud en el desierto de Atacama, Chile, junto al altiplano boliviano.

El sistema dispondrá de un área colectora de unos 10 km<sup>2</sup> con líneas de base de hasta 10 km lo que supondrá una resolución de 0,03" de arco a una longitud de onda de 1,3 mm; aproximadamente la sensibilidad será entre 2 y 3 órdenes de magnitud más alta que cualquier otro telescopio o interferómetro actual. De esta forma ALMA podrá dedicarse a analizar la formación de los planetas, las estrellas y las galaxias.

El coste del proyecto será aproximadamente de unos 550 millones de euros, siendo la participación española de un 7,5 por 100 de la contribución europea, que a su vez es del 50 por 100 del proyecto total.



Simulación del aspecto final de ALMA, que será un conjunto de 64 antenas parabólicas de 12 m de diámetro que ocuparán un espacio de 15 x 15 km<sup>2</sup> de la llanura de Chajnantor; a 5.000 m de altitud en el desierto de Atacama, Chile, junto al altiplano boliviano

3 Recientemente ha sido inaugurada la Antena de Espacio Profundo de la ESA en Cebreros (Ávila).

El CAY ha comenzado la fabricación de prototipos de algunos componentes que deberán equipar los receptores del interferómetro, especializándose sobre todo en el diseño y construcción de amplificadores de muy bajo ruido (LNA), que funcionan a temperaturas en torno a los 13°K. El personal del OAN también está inmerso en el diseño óptico de recepción, participando mediante técnicas holográficas en la optimización de los prototipos de antena, algunos de los cuales se están probando en el VLA de Socorro (Nuevo México).

La obra civil se inició en 2003 y las excavaciones y las carreteras de acceso están prácticamente terminadas a finales de 2005.

Los radioastrónomos españoles ya se están adiestrando para participar en las primeras observaciones, que comenzarán a mediados de 2007, y que revelarán detalles de la formación de las estrellas, las galaxias y los sistemas planetarios.

España participa desde sus diseños preliminares en este proyecto mundial, el cual se encargará de gran parte de la actividad científica, tecnológica e industrial para la puesta a punto definitiva de ALMA, que ocupará la actividad en Radioastronomía durante los próximos 40 años.

Desde España, el Instituto Geográfico Nacional, ha contribuido con aportaciones científicas mediante la participación activa en el Comité Científico Consultivo Internacional, que define tanto los objetivos científicos y las necesidades de instrumentación para lograrlo, como los desarrollos tecnológicos e instrumentales que se deben realizar en los laboratorios del Observatorio Astronómico Nacional en el Centro Astronómico de Yebes, cuyos astrónomos e ingenieros han venido adquiriendo durante los últimos veinte años un reconocido dominio de las técnicas de la Radioastronomía milimétrica.

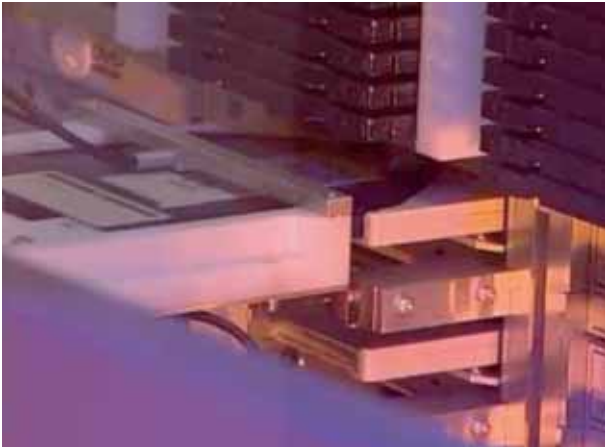
## Los datos y la Radioastronomía

La Radioastronomía emplea Internet desde los inicios de esta red de redes, habiendo sido ya utilizada mucho antes de la aparición de la WWW por el público general. El empleo de la tecnología *Grid Computing*, que consiste en disponer de gran cantidad de computadoras trabajando conjuntamente y compartiendo sus recursos, tanto de procesadores como de memoria, permite el almacenamiento de enormes cantidades de datos, no sólo recogidos con los radiotelescopios, sino también imágenes captadas a otras longitudes de onda del espectro, tanto visible como infrarrojo, ultravioleta, rayos X y rayos gamma recogida incluso del mismo objeto y estudiada por los diferentes especialistas en cada banda de frecuencias. Hoy en día, podemos ver imágenes impresionantes y a todo color de galaxias, estrellas, nebulosas o seguimiento de eclipses, entre otras, obtenidas por el *Hubble*, otros telescopios y radiotelescopios, necesitando para ello sólo un PC conectado a Internet.

Son tan enormes las cantidades de datos recogidas de los distintos instrumentos que éstos se miden en TeraBytes (miles de GigaBytes o millones de MegaBytes). Esta información se duplica cada doce meses, mientras que la capacidad de los ordenadores lo hace cada dieciocho meses, lo cual complica enormemente su almacenamiento. Desde el descubrimiento del CD y poste-

Radiotelescopio de Arecibo, Puerto Rico. Con la incorporación de los modernos radiotelescopios se ha podido analizar aquello que habitualmente era imposible observar con medios ópticos





riormente del DVD se almacenan gran cantidad de estos datos en columnas robotizadas de DVD como la que se muestra en la imagen.

Otro programa importante que utiliza Internet y las técnicas de Grid Computing es el proyecto SETI que significa Search for Extraterrestrial Intelligence (Búsqueda de Inteligencia ExtraTerrestre). Entre los múltiples proyectos que tiene, cabe citar el proyecto SETI@home, el cual utilizando los tiempos muertos de los procesadores

Columna robotizada de DVD para almacenamiento masivo de datos. Desde el descubrimiento del CD y posteriormente del DVD se almacenan gran cantidad de estos datos en columnas robotizadas de DVD

de todos los ordenadores, tanto de los personales como de los profesionales que pertenecen a este proyecto y que se encuentran conectados a Internet y mediante la instalación de un programa que funciona como salvapantallas, trata de determinar si hay vida extraterrestre.

Son muchos los métodos empleados por los distintos proyectos SETI y así mientras unos determinan entre billones de frecuencias de radio una señal de origen inteligente, otros equipos de SETI buscan señales en los pulsos de luz que nos llegan de las estrellas.

Aún no hay ninguna razón concluyente que científicamente pruebe la existencia de otras formas de vida inteligente fuera de nuestro planeta, aunque sería absurdo pensar que sólo aquí es posible la vida, teniendo en cuenta la cantidad de miles de millones de planetas que tienen unas condiciones similares para la vida en otros tantos «sistemas solares».

Partiendo de la base que todas las leyes físicas son iguales en todos los puntos de Universo y particularizando en las de la termodinámica, cabe citar la fórmula de Frank Drake (1961), donde se hace una consideración de este tipo. La fórmula es la siguiente:

$$N = N_* \times f_p \times n_e \times f_e \times f_i \times f_c \times f_l$$

Donde:

$N$  es el número de civilizaciones técnicamente avanzadas.

$N_*$  es el número de estrellas de la Vía Láctea.

$f_p$  es la fracción de estas estrellas en las que posiblemente existan planetas orbitando.

$n_e$  es el número probable de estos planetas en los que sea posible ecológicamente la vida.

$f_e$  es la fracción de estos planetas en los que se ha logrado generar algún tipo de vida.

$f_i$  es la fracción de estos planetas con posibilidades de vida en los que realmente se ha podido llegar a vida inteligente.

$f_c$  es la fracción de estos últimos planetas en los que los seres inteligentes han llegado a la capacidad de comunicarse.

$f_l$  es, finalmente, la fracción de estos últimos en los que los seres inteligentes capaces de comunicarse han llegado ya al dominio de la Radioastronomía.

Según estimaciones de Carl Sagan aplicando esta fórmula:

$N_* = 400.000.000.000 = 4 \cdot 10^{11}$  (número de estrellas de la Vía Láctea).

$f_p = 1/4$  (fracción de estas estrellas en las que posiblemente existan planetas).

$N_e = 2$  (número probable de planetas en cada una de estas estrellas en los que es posible la vida. En nuestro sistema solar, es posible la vida en la Tierra, y se supone que podrían darse posibilidades en Marte, Titán —el mayor de los satélites de Saturno— y en el mismo Júpiter).

$f_e = 1/2$  es la fracción de estos planetas en los que realmente hay vida.

$f_i = 1/10$  es la fracción de estos planetas con posibilidades de vida en los que realmente se ha podido llegar a vida inteligente.

$f_c = 1/10$  es la fracción de estos últimos planetas en los que los seres inteligentes son capaces de comunicarse.

$f_l = (1/10)^8$  es, finalmente, la fracción de estos últimos en los que los seres inteligentes capaces de comunicarse han llegado ya al dominio de la Radioastronomía, es decir, al rango de civilización técnica, en el lenguaje de Sagan.

Por tanto, el número de civilizaciones técnicas que podríamos especular como existentes en la galaxia de la Vía Láctea es:

$$N = 4 \times 10^{11} \times \frac{1}{4} \times 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10^8} = 10$$

Es decir, según esta elucubración, es previsible la existencia de un total de unas 10 civilizaciones técnicamente avanzadas en la Vía Láctea, una galaxia de unos 400.000 millones de estrellas.

Esto sólo en nuestra galaxia; según los antiguos textos budistas, una galaxia está formada por mil millones de sistemas solares...,

y mil millones de galaxias forman una súper galaxia y así,

la reunión de mil millones de súper galaxias se le conoce con el nombre de súper galaxia número uno...

Ahora; mil millones de súper galaxias número uno forman una súper galaxia número dos,

y mil millones de súper galaxias número dos hacen la número tres...

y, según se lee en esos textos sagrados, las súper galaxias número tres son tantas en el Universo que no se pueden contar.

Los astrónomos actualmente piensan que hay por lo menos varios billones de galaxias en el Universo, aunque el número exacto no es conocido.

Le invito a realizar sus propios cálculos, puede que pronto tengamos noticias de alguna civilización mediante métodos radioastronómicos u otras técnicas que aún estén por inventarse en nuestro planeta: la Tierra.

## Hitos históricos más recientes

Este capítulo no estaría completo si no se detallaran los hitos históricos más recientes en Astronomía.

1901 Kapteyn calcula el tamaño del sistema solar.

1904 Kapteyn descubre el movimiento estelar en forma de corrientes o agrupaciones.

1906 Hertzsprung establece el color y la luminosidad del cúmulo de las Pléyades, base para el estudio de los cúmulos y el establecimiento de sus edades.

1912 Leavitt descubre el periodo en las estrellas variables cefeidas.

1913 Russell interpreta el diagrama de Hertzsprung, y éste establece la distancia a la pequeña nube de Magallanes (SMC).

1914 Slipher descubre el corrimiento al rojo en las galaxias, base de la hipótesis sobre la expansión del Universo.

1916 Van Maanen descubre que las galaxias espirales tienen rotación.

1917 Einstein formula sus teorías sobre la Relatividad y la Cosmología Shapley calcula el tamaño de nuestra galaxia.

1920 Famoso debate entre Shapley y Curtis sobre el tamaño del Universo. Revisándose éste, pasando a ser mucho mayor de lo que se creía.

1922 Friedmann establece la hipótesis sobre la expansión del Universo.

1924 Hubble determina la distancia a la Galaxia de Andrómeda.

1925 Eddington establece la ley Masa-Luminosidad.

1926 Eddington enuncia una importante teoría sobre la constitución interna de las estrellas.

1929 Hubble establece la constante cosmológica que lleva su nombre.

1930 Tombaugh descubre Plutón.

1933 Jansky detecta casualmente ondas de radio procedentes del espacio. Base de la nueva ciencia de la Radioastronomía.

1934 Baade y Zwicky establecen una importante teoría sobre las estrellas tipo Supernova.

1938 Bethe y Von Witsacker identifican el ciclo carbono-nitrógeno en la fusión nuclear en el corazón de las estrellas.

1948 Bondi, Hoyle y Gold establecen la Teoría del Estado Estacionario. Por otro lado, Gamow propone la Teoría de la Gran Explosión (*Big Bang*), estableciéndose una dialéctica que llega hasta nuestros días.

1957 La URSS envía el *Sputnik* al espacio. Nace la Astronáutica.

1963 Maarten Schmidt descubre los cuásares (quásares)

1965 Penzias y Wilson descubren la radiación cósmica de fondo, que da un espaldarazo a la Teoría del *Big Bang*.

1967 Jocelyn Bell descubre los púlsares (púlsars).

Década de los 70. La Astronáutica ayuda al conocimiento de la Tierra, la Luna, y del Sistema Solar en general.

Década de los 80. La Astronáutica amplía conocimientos esenciales sobre los planetas gigantes y el sistema solar. Cometas y asteroides.

1980 Se pone en actividad el VLA formado por 27 radiotelescopios que deben ser movidos por raíles; se encuentra frente las Tres Montosas, en Socorro, Nuevo México, USA.

1985 El cometa Halley nos visita y nosotros le visitamos con varias sondas espaciales.

1990 El telescopio espacial *Hubble* es colocado en el espacio.

2000 Se está construyendo la primera base espacial para la humanidad (Alpha International Space Station).

2003 Comienzan en Atacama la obra civil para la instalación de las 64 antenas correspondientes al proyecto ALMA.

## Bibliografía

### Libros:

FECyT y Observatorio Astronómico Nacional. (2003). *Radioastronomía*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Jet Propulsion Laboratory and NASA (1998). *Basics of Radioastronomy*. Jet Propulsion Laboratory.

López, Jesús M. *Técnicas de Radioastronomía*.

Oppenheim, A.; Willsky, A.; Nawab, S. (1996). *Signals & Systems*. Prentice-Hall Signal Processing Series.

Hernando Rábanos, José María (2003). *Transmisión por Radio*. Centro de Estudios Ramón Areces.

### Distintos sitios de internet entre los que cabe citar:

Telescopio Hubble: [www.spacetelescope.org](http://www.spacetelescope.org)

Agencia Espacial Europea: [www.esa.int](http://www.esa.int)

NASA: [www.nasa.org](http://www.nasa.org)

Proyecto SETI: [www.seti.org](http://www.seti.org)

Sociedad Astronómica Granadina: [www.astrogranada.org](http://www.astrogranada.org)

Portal de Astronomía, Astrored: [www.astrored.org](http://www.astrored.org)

Instituto Geográfico Nacional: [www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/INSTITUTO\\_GEOGRAFICO/Astronomia/instalaciones/](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Astronomia/instalaciones/)

Diccionario de astronomía: <http://msowww.anu.edu.au/library/thesaurus/spanish/>

### Webs de Radiotelescopios

Very Large Array: <http://www.vla.nrao.edu/>

Proyecto ALMA: [www.alma.nrao.edu](http://www.alma.nrao.edu)  
 Observatorio Nacional de Radioastronomía: [www.nrao.edu](http://www.nrao.edu)  
 Estación de seguimiento de satélites de Villafranca (Madrid): [www.vilspa.esa.es](http://www.vilspa.esa.es)  
 Instituto de Radioastronomía Max-Planck: [www.mpifr-bonn.mpg.de/index\\_e.html](http://www.mpifr-bonn.mpg.de/index_e.html)  
 Observatorio de Arecibo: [www.naic.edu](http://www.naic.edu)  
 I.R.A.M. - Instituto de Radioastronomía Milimétrica de Sierra Nevada: [www.iram.es](http://www.iram.es)  
 Laboratorio de Radioastronomía de la Universidad de Berkeley: <http://astron.berkeley.edu/ral/home.html>  
 Telescopio Antártico Submilimétrico: [www.nro.nao.ac.jp/~kotaro/RTs/rt.html](http://www.nro.nao.ac.jp/~kotaro/RTs/rt.html)  
 Observatorio de Jodrell Bank: [www.jb.man.ac.uk](http://www.jb.man.ac.uk)  
 Complejo de Comunicaciones de Espacio Profundo de Canberra, Red de Espacio Profundo - Goldstone (DSN) : <http://203.37.69.18>  
 Radio Observatorio AREA31 : [www.area31.org](http://www.area31.org)  
 Radio Observatorio Big Ear Radio (Ohio State University): [www.bigear.org](http://www.bigear.org)  
 Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR): <http://www.iar.unlp.edu.ar/>  
 Estación de investigación de radio Metsahovi: <http://kurp-www.hut.fi/>  
 Laboratorio de nuevas tecnologías de radiotelescopios (NRTT Lab): <http://brown.nord.nw.ru/nrttlab.htm>

#### **Instituciones Astronómicas:**

E.S.O. European Southern Observatory: [www.eso.org](http://www.eso.org)  
 European Northern Observatory: <http://www.iac.es/en/en.html>  
 Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental: <http://www.laeff.esa.es/>  
 Instituto de Astrofísica de Andalucía: [www.iaa.es](http://www.iaa.es)  
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas: [www.csic.es](http://www.csic.es)  
 Instituto de Astrofísica de Canarias: [www.iac.es](http://www.iac.es)  
 Sociedad Max-Planck: <http://www.mpg.de/english/portal/index.html>  
 Instituto de Astronomía de Bulgaria (IABG): <http://www.astro.bas.bg>  
 Centro Nacional para la Radio Astrofísica: <http://www.ncra.tifr.res.in/>





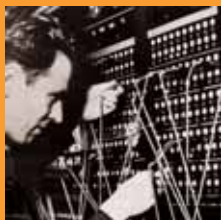
Los Reyes de España, en la inauguración de la Central de Telégrafos del Palacio de Comunicaciones, el 16 de febrero de 1922

Grandes  
organizaciones que  
prestan servicios públicos  
y que gestionan en  
autoprestación sus  
propias redes  
de telecomunicación





Sala de Aparatos del Palacio de Comunicaciones de Madrid en 1962. En ella se pueden ver las distintas tecnologías que utilizaban los telegrafistas. En esos años los teletipos estaban sustituyendo a los aparatos morse



Grandes organizaciones que prestan servicios públicos y que gestionan en autoprestación sus propias redes de telecomunicación

# Las telecomunicaciones y la Administración en España

Sebastián Olivé Roig

## Introducción al tema

Sería una pretensión poco sensata intentar abordar en un capítulo el panorama de las relaciones entre la Administración y las telecomunicaciones en un lapso de 150 años, tiempo que ocasionalmente se está glosando. Por lo tanto, intentaré presentar sólo un aspecto del tema, personificándolo en el Cuerpo de Telégrafos. Esto permitirá contemplar un ciclo completo, puesto que ya el Cuerpo de Telégrafos es historia, y, por otra parte, quizá, resaltar algunos aspectos olvidados o poco conocidos de las relaciones entre los telegrafistas y la Administración.

En 1855, la telegrafía era la única aplicación práctica de la electricidad, de modo que había una cierta confusión entre «telegrafistas» y «electricistas», hasta el punto de que, en alguno de los primeros Reglamentos se definían las obligaciones del Cuerpo de Telégrafos como la atención de «todas las aplicaciones de la electricidad que estén o lleguen a estar en dependencia del Gobierno»<sup>1</sup>. De esta forma, los primeros telegrafistas se consideraron los «electricistas» de la Administración.

Por otra parte, por acceder a sus puestos por oposición, eran inamovibles y permanecían en ellos a pesar de los cambios de Gobierno, cosa poco corriente en la Administración española de mediados del siglo XIX. Esto les hacía, de algún modo, personalizar en sí mismos la continuidad de la Administración, y consideraban normal el estar prestando su servicio en otras dependencias ministeriales. Así por ejemplo, en la *Revista de Telégrafos*, que recoge la vida telegráfica en los primeros cuarenta años del telégrafo en España, pueden verse multitud de actuaciones de los telegrafistas auxiliando a diferentes ramas de la Administración, sobre todo a la militar, hasta que en el Ejército se constituyeron unidades dedicadas específicamente a las comunicaciones.

Recién constituido el Cuerpo de Telégrafos, en la campaña de O'Donnell en Marruecos, en 1860, los telegrafistas constituyeron un nutrido destacamento y las primeras Oficinas telegráficas en el Norte de África fueron Oficinas exclusivamente militares, servidas por telegrafistas civiles. En las múltiples acciones militares entre los fieles a Isabel II y los revolucionarios, siempre acompañaba a las tropas un gabinete telegráfico.

Los telegrafistas estaban al lado del poder constituido en su territorio, lo que a veces les ocasionaba problemas por los cambios bruscos en los poderes. Un caso curioso se dio en la bata-

<sup>1</sup> Artículo 2.º del Real Decreto de 14 de diciembre de 1864, siendo ministro de la Gobernación Luis González Brabo y Artículo 1.º del Reglamento aprobado por Real Decreto de 3 de junio de 1866, siendo ministro de la Gobernación José de Posada Herrera.

lla de Alcolea, que ocasionó el destierro de la reina. Las tropas del general Serrano, el vencedor, llevaban su gabinete telegráfico y en recompensa el telegrafista recibió una medalla, pero el general Novaliches, el perdedor, llevaba también su gabinete telegráfico. La Revolución triunfante no ejerció represalias y el telegrafista del gabinete de Novaliches reclamó su medalla, porque su comportamiento había sido el adecuado. Y ambos tuvieron su condecoración.

También se señalaron en acciones «civiles» ajenas a su cometido, pero encomendadas a la Administración. Por ejemplo, colaborando en la determinación de las posiciones geográficas en diferentes ubicaciones de la Península o con los astrónomos situados en diferentes puntos para tomar datos sobre el desarrollo de un eclipse de sol, o proponiendo encargarse del establecimiento de estaciones meteorológicas en las Oficinas de Telégrafos, incluso manteniendo una información en la *Gaceta* sobre el «estado atmosférico de las capitales de provincia en el día de la fecha», firmada por el Jefe de Telégrafos.

Los telegrafistas creían que la condición de ser «funcionarios del Estado» avalaba la garantía de que guardarían el «secreto de la correspondencia». Este secreto se les exigió «bajo juramento» durante los 150 años de existencia del Cuerpo de Telégrafos y fue considerado por ellos como una honrosa obligación.

La misión de atender «a todas las aplicaciones de la electricidad» se fue diluyendo a medida que iban apareciendo «aplicaciones» con características propias y muy diferentes de la telegrafía. De todos modos se mantuvo durante muchos años como reivindicación corporativa, aunque la definición desapareció de los Reglamentos posteriores<sup>2</sup>.

Las reivindicaciones fueron acotándose dentro del campo de las comunicaciones eléctricas y se mantuvieron muy activas cuando apareció la telefonía, aunque fueron mucho menos fuertes para el tema de la radio.

Cuando ya el concepto «telecomunicación» iba tomando cuerpo, hacia 1910, se definieron mejor los campos de intervención del Cuerpo de Telégrafos. En el Reglamento de 1915<sup>3</sup> se dice:

«Artículo 2.º: Los servicios de Telecomunicación, que hoy comprenden los de Telégrafos, Teléfonos y Radiotelegrafía, están a cargo del Estado, de Empresas y de particulares. En el primer caso, el Cuerpo de Telégrafos realiza directamente la explotación y la inspección; en los otros dos, solamente la función inspectora e interventora».

Esta definición suponía que todos los sistemas de comunicación eran monopolio del Estado y que alguno de ellos lo ejercía por medio de sus funcionarios, mientras que otros los cedía para que fueran gestionados por particulares, pero manteniendo un cierto control sobre ellos mediante inspecciones.

Aquí se intenta comentar las necesidades de la Administración como «usuaria» de telecomunicación y también como «controladora» de la misma, resaltando el papel del Cuerpo de Telégrafos, en ambos aspectos.

Los telegrafistas habían defendido el monopolio estatal frente a la explotación privada del telégrafo con tres argumentos: la consideración de las comunicaciones telegráficas como instrumento para preservar el orden público; la garantía de mantener el secreto de la correspondencia y la confianza en que la explotación por el Estado podía ser un negocio. El primer argumento parecía bien probado en los múltiples sucesos revolucionarios de los últimos cincuenta años del siglo XIX; el segundo argumento se puso de relieve, de forma escandalosa, cuando los telegramas para Cuba tenían que pasar por manos norteamericanas; y el tercer argumento se mantuvo en el terreno de los deseos, porque el Estado nunca trató al Telégrafo como negocio.

La función inspectora e interventora había sido escasa hasta 1905, y presidida por la idea de que los servicios inspeccionados debían revertir al Estado y reintegrarse al monopolio.

2 En unas conferencias técnicas celebradas en 1884, el Inspector general, Francisco Mora decía: «Supongamos que el Gobierno nos encomienda el establecimiento de la Telefonía en todas las capitales de España, la colocación de pararrayos en los edificios públicos, los relojes eléctricos, los tubos neumáticos, la luz eléctrica en la Estación Central o en la Dirección General, o que nos pregunta cuál es el mejor sistema galvanoplástico para la confección de sellos de comunicaciones, papel sellado o billetes de Banco, y considerémonos individualmente comisionados para cumplir cualquiera de estas órdenes», según aparece en la *Revista de Telégrafos*, número 97, del 1 de diciembre de 1883.

3 *Reglamento Orgánico del Cuerpo de Telégrafos*, aprobado por Real Decreto de 23 de febrero de 1915, siendo ministro de la Gobernación José Sánchez Guerra.



Celador en trabajos de mantenimiento de las líneas telegráficas. Hacia 1950

## Uso del telégrafo

En la Europa continental, el telégrafo, primer brote de las telecomunicaciones, siempre formó parte de la Administración. En algunos países, al principio, se prestó el servicio público de telegramas por añadidura, pero el telégrafo era, principalmente, un instrumento del Gobierno.

En España sólo se transmitían telegramas «oficiales», es decir emitidos y dirigidos a personas con cargos dentro de la Administración civil y militar. Cuando se abrió al público el servicio telegráfico, después de la Ley de 22 de abril de 1955, los telegrafistas, además de conocer la técnica de la transmisión de los mensajes, tenían que velar por «el orden público».

Los primeros tratados internacionales, que hicieron posible la creación de una red telegráfica europea, admitían esta filosofía y la plasmaban en su articulado. *El Convenio de Telégrafos entre España, Bélgica, Francia, Cerdeña y Suiza*, firmado en París el 29 de diciembre de 1855 incluía:

«Artículo I. Todo individuo tendrá derecho a servirse de los telégrafos eléctricos internacionales de los Estados contratantes; pero cada Gobierno se reserva la facultad de hacer acreditar la identidad de todo el que pida la transmisión de uno o mas despachos.

»Artículo VIII. Las oficinas telegráficas en el punto de partida y en el lugar del destino de cada despacho tendrán derecho a negarse a expedirlo, o comunicarlo, si su contenido les parece contrario a las buenas costumbres o a la seguridad pública».

El Reglamento para el régimen y servicio interior del Cuerpo de Telégrafos<sup>4</sup> recogía y reforzaba esas normas.

«Artículo 439. Toda persona tiene derecho a servirse del telégrafo; pero el Gobierno se reserva la facultad de suspender el servicio telegráfico por tiempo indeterminado, si lo juzga conveniente, sea para todas las comunicaciones, sea solamente para las de cierta naturaleza o bien para determinadas líneas».

Artículo 454. «En las Estaciones de partida no se dará curso a ningún despacho privado, cuyo texto, a juicio de los Jefes de Telégrafos, sea contrario a las leyes o que parezca inadmisibles por razones de seguridad pública, o de buenas costumbres, a cuyo efecto se consultará en el primer caso sobre su expedición con el Gobernador de la provincia, y aun en caso necesario con la Dirección general».

Cuando, en 1865, se creó la Unión Telegráfica Internacional (UTI), estas normas se incluyeron en los Convenios que periódicamente se celebraban y que, al ser ratificados por los Estados, se convertían en leyes en los respectivos países. En España, para reafirmar esta característica, la Dirección General de Telégrafos se asignó al Ministerio de la Gobernación, y, salvo ligeros paréntesis, durante 150 años se mantuvo en el mismo Ministerio.

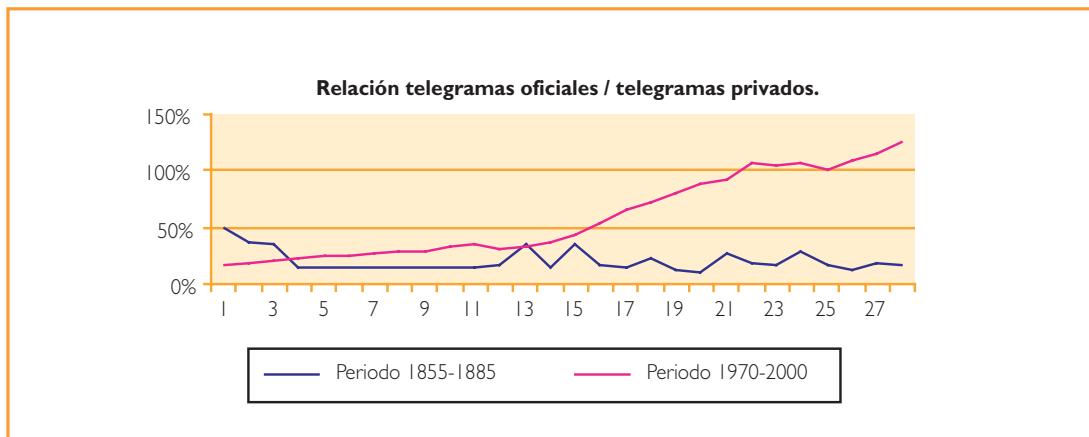
Los gobiernos hicieron uso de lo establecido por el artículo 439, no sólo para prevenir alteraciones del orden público —que parecería normal en aquellos tiempos revueltos de la segunda mitad del siglo XIX— sino para otras cuestiones; por ejemplo, se prohibía el envío de noticias sobre las subastas de «bienes nacionales» o sobre la «licitación para la venta de los metales y compra de artículos y servicios para la explotación de las minas del Estado» durante las horas en las que se celebraban las subastas en las diferentes ciudades. La censura prevista en el artículo 454 se aplicaba sin rebozo en los primeros años, a pesar de que los periódicos lo denunciaban muy a menudo, y, con mayor discreción, se siguió aplicando después.

A veces el control rizaba el rizo y se ejercía sobre el propio Ministerio. Puede leerse en una Circular de la Dirección General, de octubre de 1864, la orden de que se le envíen «en sobre especial, con la calificación de reservado, los despachos cifrados recibidos, expedidos o de escala procedentes del Ministerio o dependencias de Gobernación»<sup>5</sup>.

Al estar la Central de Madrid situada en el mismo edificio del Ministerio de la Gobernación, se reforzaba el control sobre las comunicaciones telegráficas, aunque en alguna etapa los «hombres fuertes» estuvieran en el Ministerio de la Guerra y en algún momento, en los últimos tiempos del reinado de Isabel II (1833-1868), se ideó un sistema de «censura total» haciendo que todos los hilos telegráficos que salían de la Central de Madrid pasaran por el «gabinete» del

4 Reglamento para el régimen y servicio interior del Cuerpo de Telégrafos, aprobado por Real Decreto de 25 de diciembre de 1876, siendo ministro de la Gobernación F. Romero Robledo.

5 Circular de 31 de octubre de 1864, recogida en el Libro de Circulares de 1864, que se encuentra en la Biblioteca del Museo Postal y Telegráfico.



Relación entre el número de telegramas privados y el número de telegramas oficiales, comparando los primeros y los últimos años estudiados (1855-1885 y 1970-1997). Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de las Memorias de la Dirección general de Correos y Telégrafos

Ministerio de la Guerra, de forma que desde allí se pudiera dar, o impedir, la continuidad de los mismos. El proyecto estaba listo, pero no llegó a realizarse.

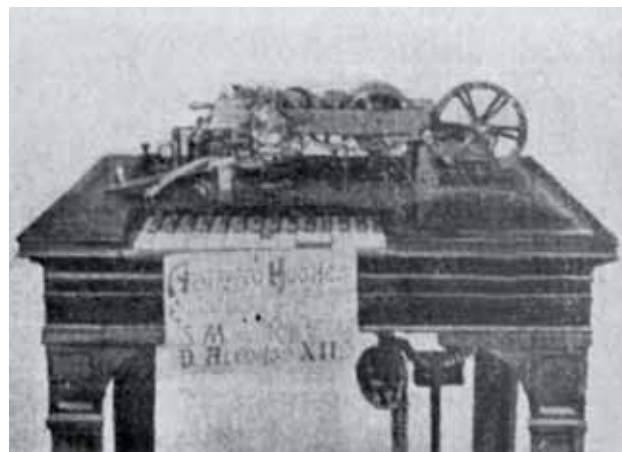
Pero, además de aquella sutil gestión policial, la organización del telégrafo en España se orientó a prestar servicio a los diferentes departamentos de la Administración. Los telegramas «oficiales» representaban un porcentaje notable del tráfico que se cursaba por la red telegráfica.

Este servicio no producía ingresos monetarios, de modo que desde el primer momento los telegrafistas consideraron que era un capítulo que distorsionaba la rentabilidad del mismo, y así lo manifestaban en la discusión de los Presupuestos anuales, si bien lo consideraban una de sus principales obligaciones. Sin embargo, algunas veces tenía que ponerse coto al uso abusivo de las comunicaciones «oficiales». Curiosamente, con cien años de diferencia, se pueden encontrar similares prohibiciones para evitar esos abusos: En abril de 1856, una Circular de la Dirección General «inventaba» el lenguaje telegráfico y establecía que «los partes diarios de tranquilidad que comunican las autoridades de provincia al Gobierno, se sujetarán todos por regla general a la fórmula: Sin novedad»; en diciembre de 1957 una Orden Ministerial prohibía las felicitaciones oficiales de Navidad por Organismos, Servicios y funcionarios del Estado que hasta entonces se cursaban como telegramas oficiales.

A lo largo de los treinta primeros años desde el inicio de este servicio, el porcentaje de los telegramas oficiales, respecto de los telegramas privados, osciló alrededor del veinte por ciento, variando según las circunstancias políticas de cada momento, manteniéndose bastante estable hasta 1970, momento en que empezó a descender la imposición de telegramas privados. En los últimos años el número de telegramas oficiales constituye la mayoría del tráfico que se cursa.

Para facilitar el uso del telégrafo por la Administración se institucionalizaron, hacia 1870, los «gabinetes ministeriales». Al «gabinete» de cada Ministerio se le asignaba una estación telegráfica, dotada con uno o varios telegrafistas, conectada a la Central de Madrid. La función del «gabinete» era facilitar la rápida transmisión de los telegramas generados en el Ministerio. Pero también posibilitaba la conexión personal del ministro con algún responsable de cualquier punto de la Península y Baleares. Con la colaboración del director de la Central de Madrid, podía establecerse comunicación directa con cualquier punto, mediante la asignación de un hilo para el enlace y la intervención de los telegrafistas, manejando el morse, en ambos extremos.

Los primeros «gabinetes telegráficos» fueron el del Ministerio de la Gobernación (que en realidad estaba en la misma Central telegráfica) y el del Ministerio de la Guerra. También el Rey tenía enlaces telegráficos, tanto desde el palacio de Madrid, como desde El Pardo. Sabemos que conferenciaba habitualmente, a través de los telegrafistas, con sus ministros en Madrid desde La Granja de San Ildefonso (Segovia), incluso parece que tenía alguna afición a manejar los aparatos. En algunos viajes internacionales de personas de la Casa Real se consiguió, a través de los telegrafistas franceses, conferenciar con ellos desde Palacio.



Aparato telegráfico Hughes perteneciente al gabinete telegráfico del Palacio de Oriente, objeto de la curiosidad real



Operadora del Servicio Telebén gestionando telegramas por teléfono en la década de los años 60 del siglo XX

La conexión de las diferentes sedes de los Ministerios con la Central de Madrid y, en alguna capital de provincia, las conexiones de dependencias oficiales, Capitanías generales, Gobiernos civiles, etc., con la respectiva Oficina telegráfica, constituyó la que se denominaría «Red oficial».

Por la relación personal que, muchas veces tenía que establecerse entre el titular de Ministerio o dependencia oficial y los telegrafistas, estos últimos tenían que ser especialmente discretos. Con frecuencia, a causa de las relaciones establecidas, se les asignaban en la Dependencia en la que servían, otras funciones ajenas a las estrictamente telegráficas<sup>6</sup>.

Los «gabinetes telegráficos» han seguido funcionando hasta el día de hoy. Los cambios de régimen político no modificaron la idea de una oficina especial, aunque cambiaran en algún punto sus cometidos.

Como ejemplo se citan los «gabinetes» que existían en 1935, ya ajustados al reciente el cambio de régimen:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Congreso Diputados               | 13. Ministerio de Hacienda                |
| 2. Delegación de Hacienda           | 14. Ministerio de Instrucción             |
| 3. Dirección General de Sanidad     | 15. Ministerio de Justicia                |
| 4. Dirección General de Seguridad   | 16. Ministerio de Marina                  |
| 5. Dirección General de Trabajo     | 17. Ministerio de Obras Públicas          |
| 6. 1. <sup>a</sup> División Militar | 18. Palacio de Justicia                   |
| 7. Gobierno civil                   | 19. Presidencia del Consejo               |
| 8. Instituto Geográfico             | 20. Presidencia de la República           |
| 9. Instituto Meteorológico          | 21. Subsecretaría de Industria y Comercio |
| 10. Ministerio de Estado            | 22. Tribunal de garantías                 |
| 11. Ministerio de Gobernación       | 23. Reforma agraria                       |
| 12. Ministerio de la Guerra         |   |

En 1965 existían 47 «gabinetes», 37 en departamentos civiles y 10 en dependencias militares. La constitución de los gabinetes se hacía por petición del Departamento interesado, aunque era obligada su constitución en cada Ministerio. Hacia 1990 se mantenían 34 «gabinetes», siendo los más importantes los de la Presidencia del Gobierno, Asuntos Exteriores —con especial actividad en la Secretaría de Estado para las Comunidades, con un gran volumen de servicio ocasionado por las comunicaciones con Bruselas— y el Ministerio de Justicia<sup>7</sup>.

Con el paso del tiempo fueron incorporando las novedades que iban aportando las telecomunicaciones y, en muchos casos, asumiendo otras funciones que el Ministerio correspondiente les asignaba. Una de las funciones típicas encargadas, según testimonio de los telegrafistas, tanto de 1890 como de 1990, era la de proporcionar resúmenes de las noticias de prensa.

Desde el punto de vista de la Administración como «controladora» de la actividad telegráfica, la actuación, hasta 1924, fue irrelevante puesto que el servicio teleográfico se prestó en exclusiva por ella misma.

El régimen de monopolio sólo tuvo ligeras excepciones, la más importante de las cuales fue la existencia de una red telegráfica para el servicio ferroviario que era totalmente independiente de la red estatal.

Inicialmente no existía un control de la Administración sobre esa red ferroviaria; sin embargo, con motivo de uno de los intentos de pronunciamiento del general Prim, en enero de 1865, se produjo una intervención casi policial, mediante la «ocupación» de sus Oficinas por funcionarios del Cuerpo de Telégrafos. En cada estación férrea se situaba un funcionario y en las estaciones de Madrid se montaron estaciones de enlace con el Ministerio de la Gobernación<sup>8</sup>. Pero esto fue una actuación excepcional que no se mantuvo.

6 «Los empleados del Cuerpo de Telégrafos en los Ministerios», por Patricio Peñalver, en la *Revista de Telégrafos* de 1 de septiembre de 1890.

7 «Gabinetes telegráficos», de Susana de Pablo y Ángel Rodríguez, en *El Correo Postal y Telegráfico*, número 24, de febrero de 1991.

8 *Revista de Telégrafos* de 1 de febrero de 1865.



A partir de 1882 la red telegráfica de los ferrocarriles se conectó con la red telegráfica estatal, integrándose ambas. En la Ley que posibilitó la conexión se especificaba que «el Gobierno se reserva el derecho de inspeccionar e intervenir las estaciones de los ferrocarriles, y el de suspender el servicio privado, parcial o totalmente, cuando lo estime oportuno para la seguridad del Estado y la conservación del orden público, sin que en ningún caso tengan las Compañías derecho a reclamar indemnización alguna»<sup>9</sup>. La intervención se realizaba a través de las Oficinas de Telégrafos que servían de enlace en cada cabecera de las líneas de Ferrocarriles y en las que se realizaba el intercambio de los telegramas cursados por ambas redes.

Otro aspecto de la intervención consistía en gestionar el uso compartido de las líneas de postes por donde se encaminaban conjuntamente hilos de ambas redes que, muchas veces, ocasionaban conflictos de competencia.

Un campo en el que también intervenía la Administración fue el de los cables submarinos. Los telegrafistas no consiguieron convencer a los sucesivos Gobiernos de la conveniencia de establecer cables submarinos propios con Cuba, ni siquiera con Canarias. Los cables submarinos que se establecieron fueron todos de propiedad extranjera —salvo los de Baleares y los de Ceuta y Melilla— y, de algún modo, se estableció un cierto control sobre su funcionamiento.

En los contratos figuraba que la Administración establecería «el servicio de intervención más acomodado a los Reglamentos vigentes»<sup>10</sup>. Los controles los realizaba el personal de Telégrafos y eran de dos clases: un control económico, que era un simple ejercicio de contabilidad, puesto que el Estado cobraba una parte de las tarifas que el concesionario percibía por la transmisión de los telegramas, y un control político, es decir una censura, puesto que también se establecía que la Administración se reservaba «la facultad de suspender la transmisión de los despachos por el cable, en caso de que ofrezcan peligro para la seguridad del Estado». Para que esta condición pudiera cumplirse, los funcionarios de Telégrafos hacían de intermediarios, tanto en transmisión como en recepción, entre el público y los operadores del cable, de modo que pudieran conocer el texto de todos los telegramas.

Como complemento a la concesión de algunos cables submarinos, se autorizó el tendido de hilos telegráficos para unir el terminal del cable (Bilbao, Vigo y Barcelona) con Madrid. El tendido se realizaba a expensas de la Compañía del cable y la conservación corría a cargo de Telégrafos, que tenía opción de «colgar» sus hilos en los postes de la Empresa.

Fuera de los cables submarinos no hubo concesiones privadas de telegrafía, aunque sí algunos intentos de promocionarlas. Por ejemplo, ya en 1864 se autorizó a empresas y establecimientos públicos o privados a implantar líneas y estaciones telegráficas que se conectarían a la red estatal, autorización que se reiteró en 1868, con el triunfo de la Revolución, y en 1871, reinando Amadeo de Saboya, pero sin ningún resultado práctico.

A partir de 1924 el nacimiento de Telefónica supuso la creación de una red de conductores idéntica a la red telegráfica, con el mismo tipo de postes y de hilos y, por lo tanto, hábil para proporcionar enlaces telegráficos. Y, aunque en el Contrato de Telefónica con el Estado se prohibía que prestara «un servicio público de mensajes telegráficos» (Base 11), se le autorizaba «para arrendar medios a y de particulares, asociaciones o entidades para la intercomunicación privada o cualquier otro uso legal» (Base 13)<sup>11</sup>.

En 1929 se autorizó el establecimiento de «instalaciones telegráficas privada» (ITP) para uso exclusivo de un concesionario que enlazara su propio domicilio con otra dependencia de su propiedad. La Dirección General de Correos y Telégrafos debía dar la correspondiente autorización, previa aprobación del Proyecto y pago de la tasa correspondiente. Diferentes modalidades de estas comunicaciones privadas, que utilizaban, generalmente, canales proporcionados por la Compañía Telefónica, fueron admitidas por la Administración.

Un apartado especial de estas ITP fueron los enlaces que las Compañías Eléctricas establecían a través a su propia red de transporte de electricidad. También debían ser autorizadas por

<sup>9</sup> *Gaceta de Madrid* de 19 de noviembre de 1881.

<sup>10</sup> Pliego de condiciones para el cable Bilbao-Inglaterra, en *Revista de Telégrafos* de 15 de enero de 1873.

<sup>11</sup> Las citas del Contrato con la Compañía Telefónica corresponden al aprobado por Decreto de 31 de octubre de 1946, y está tomado de *La Telecomunicación como factor histórico*, de Afrodisio Hernández.

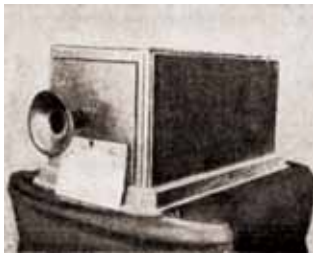
la Dirección General de Correos y Telecomunicación, amparadas por el correspondiente proyecto.

Una vez concedida la autorización para la ITP y establecida la comunicación, era inspeccionada por funcionarios de Telégrafos que comprobaban su correcta instalación desde el punto de vista de evitar perturbaciones eléctricas en el entorno y certificar que no se dedicaba a proporcionar comunicaciones a terceros.

Las tasas cobradas por la Dirección General de Correos y Telégrafos por la autorización de las ITP figuran en sus Memorias de Gestión hasta 1971 con cantidades muy pequeñas. En 1971 se recaudaron por este concepto 1.410.000 pesetas.

## La aparición de la telefonía

El teléfono llegó a España a finales de 1877 y la Dirección General de Telégrafos realizó, con carácter oficial, las primeras pruebas en el mes de enero de 1878. Los primeros ensayos se hicieron, precisamente, entre la Central de Telégrafos y el gabinete del Ministerio de la Guerra. Los primeros usuarios de la telefonía «a larga distancia» fueron Alfonso XII y la infanta Mercedes, que hablaron desde Aranjuez a Madrid el 18 de enero de 1878, cuando la Infanta acudía a Madrid para casarse con el Rey.



Aparato telefónico construido en los talleres de Telégrafos en la temprana fecha de enero de 1878, que sirvió para que la infanta Mercedes hablara, desde Aranjuez, con el rey Alfonso XII la víspera de su boda

Los ensayos se hicieron por telegrafistas sobre líneas telegráficas, pero la implantación del servicio telefónico se hizo esperar. Los telegrafistas eran reacios a ponerlo en marcha y la iniciativa privada, por el contrario, se mostraba muy activa. El 1 de junio del mismo 1878, la *Revista de Telégrafos* decía que se denegaba la petición de D. Federico Font de la Vall, vecino de Barcelona, solicitando autorización para establecer en las carreteras generales líneas telefónicas para poner en comunicación la capital con otros pueblos. La petición se denegaba porque se hallaba en oposición con el Decreto de 30 de junio de 1871 (en esa fecha, el Decreto no podía tener nada que ver con la telefonía y, sin embargo, paradójicamente, autorizaba el establecimiento de oficinas telegráficas por particulares).

En 1882, por Real Decreto de 20 de marzo, el Gobierno rectificó y permitió la explotación privada, por concesión administrativa de veinte años de duración, de redes urbanas, mediante un canon del 5 por 100 de la recaudación. La extensión de la red podía tener un radio de diez kilómetros.

No hubo mucha demanda y solamente en Madrid y Barcelona se establecieron pequeñas redes. En realidad todavía no se sabía muy bien qué podía hacerse con el teléfono y se le asignaba un cometido que quizá podría calificarse como frívolo. Un comentarista técnico empezaba su artículo con esta frase:

«El teléfono, ese aparato capaz de llevar a la soledad de nuestro gabinete de trabajo los armoniosos acordes de lejana orquesta...»<sup>12</sup>.

Mientras tanto, para el servicio oficial, los telegrafistas habían establecido una red en Madrid. La *Revista de Telégrafos* de 1 de noviembre de 1883 dice: «en estos momentos está el Cuerpo de Telégrafos montando en Madrid la red telefónica que ha de enlazar entre sí todos los Ministerios, el Palacio Real y las principales Oficinas del Estado». Se añadía a los gabinetes telegráficos un enlace para telefonía.

El éxito de esta red y el cambio de Gobierno, producido en 1884, hicieron que se cambiara la legislación y se dispusiera que las redes telefónicas tenían que ser explotadas por el Estado, es decir, por el Cuerpo de Telégrafos. Al poco tiempo, a través de un Real Decreto de 13 de junio de 1886, se volvió a la explotación privada, pero el Real Decreto que la establecía daba por hecho que la telefonía se consideraba un monopolio del Estado y, por ello, se definía la misión de vigilancia e inspección que el gobierno ejercería sobre esas redes privadas.

«Artículo 12: El gobierno vigilará e inspeccionará por medio de sus delegados la ejecución de las obras, el desempeño del servicio telefónico en todas sus partes y el puntual cumplimiento de las obli-

12 *Revista de Telégrafos* de 1 de agosto de 1885, «El condensador y el teléfono» de I. González Martí, que con el tiempo sería Catedrático de Física de la Universidad Central y Director de la Escuela de Telégrafos en 1920, cuando salió la primera Promoción de Ingenieros de Telecomunicación.

*gaciones contratadas por el concesionario con el Gobierno y con el público. Al efecto podrán penetrar dichos delegados a cualquier hora en las oficinas o Estaciones de teléfonos y exigir los datos y noticias que estimen convenientes, limitándose en la parte referente a contabilidad a lo que permitan las disposiciones del código de comercio».*

Además de la vigilancia e inspección, el Gobierno se reservaba —a la manera que se establecía en las concesiones telegráficas— la posibilidad de «suspender en cualquier tiempo, parcial o totalmente, el servicio telefónico, sin que el concesionario ni sus abonados tengan derecho a reclamarle indemnización alguna».

La explotación privada de las redes telefónicas, y el que fuera muy escaso el número de teléfonos, dio origen a lo que se denominó «telefonema», que era un mensaje dado por teléfono a un «encargado» para que se lo hiciera llegar a un destinatario, pagando por ello. Es decir, era un sustituto del telegrama y Telégrafos protestó por ello y lo hizo objeto especial de su «vigilancia e inspección».

En 1990 se volvió a modificar la legislación y se estableció un régimen mixto de explotación: redes privadas por concesión administrativa, que podrían ser explotadas por Telégrafos al caducar, o ser anulada, la concesión. Esta modalidad, con más o menos vicisitudes, se mantuvo hasta 1924. En general las «líneas interurbanas» las construía Telégrafos, incluso las que permitían el establecimiento de comunicaciones internacionales, y las redes locales eran de propiedad privada.

Hubo varios intentos de constituir redes «regionales», tanto por parte de empresas privadas, la más importante de las cuales fue la Compañía Peninsular de Teléfonos, como por parte de Ayuntamientos y Diputaciones, pero el servicio telefónico no alcanzó la misma importancia que en otros países europeos.

En este periodo de tiempo, 1886-1924, la Administración fue una modesta usuaria de la telefonía, limitándose a utilizar la Red Oficial en Madrid, y estableciendo enlaces esporádicos, mediante hilos telegráficos, con alguna de sus dependencias provinciales.

La telefonía tenía, todavía, poco protagonismo como elemento de telecomunicación y se mantenía como curiosa novedad. La anécdota siguiente refleja esta percepción. La revista *La Reforma*, de 1905, cuenta que «S. M. El Rey, con el Conde de San Román y el capitán de navío Sr. Ferrer, pasó la tarde yendo en automóvil por la carretera de El Escorial y luego al tiro de pichón. En el kilómetro 12, es decir, allá por El Plantío, hizo el Monarca aplicaciones del aparato telefónico de Ericsson, de Stokolmo. El chauffeur se encaramó por uno de los postes que sostienen los hilos telefónicos, a los que adaptó los del referido aparato, y hecha así la derivación estuvo el Rey conferenciando con S. M. La Reina».

También en este periodo se reafirmó que el servicio telefónico era un monopolio del Estado que se cedía, mediante concesión administrativa, por un determinado tiempo y bajo condiciones pactadas, a particulares. La Administración ejercía la «vigilancia e inspección» para el correcto cumplimiento de dichas condiciones.

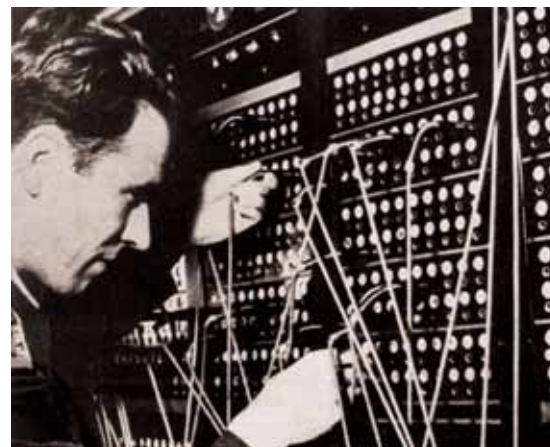
Cuando en 1924 se crea la Compañía Telefónica Nacional de España varía el panorama, aunque las funciones de la Administración, por lo menos teóricamente, se mantienen. En el Contrato de 1924, se establece que «el Ministerio de la Gobernación, por medio de la Dirección general de Comunicaciones, ejercerá la inspección de las instalaciones y de los servicios de la Compañía, y todas las reclamaciones que resultaren de la inspección, o las que recibieran del público, serán elevadas con su informe al Ministerio de la Gobernación, en el caso que hubiera lugar, por parte de este último, a alguna actuación de acuerdo con los términos generales de este contrato<sup>13</sup>. Para facilitar el cumplimiento del Contrato, el Gobierno designará un Delegado cerca de la Compañía».

Esta intervención de la Administración tenía que ser, forzosamente, intrascendente toda vez que sería inútil que abordara puntos importantes de desavenencia, puesto que el mismo Contrato establecía que «no podrán aplicarse en contradicción con el mismo las leyes o disposiciones de carácter general o particular dictadas por el Estado o las Corporaciones de carácter público» (Base 26).

<sup>13</sup> «Informe emitido por la Comisión de revisión de concesiones de servicios de Telecomunicación», de la Dirección General de Telecomunicación. Madrid, 1933.

Funcionario de telégrafos operando una centralita múltiple de teléfonos de la Red Oficial Telefónica en 1944

Los telegrafistas se oponían a la concesión del monopolio a una empresa privada porque creían que se privaba al Estado de unos ingresos económicos que se podían conseguir si se creaba un «ente público» que uniera las explotaciones de comunicaciones Correos, Telégrafos y Teléfonos, al modo de los PTT que varios países de Europa habían puesto en marcha y que en España había intentado Franco Rodríguez, en 1917, siendo Director General de Correos y Telégrafos, con un proyecto de Ley de Telefonía Nacional que no llegó a ser aprobado.



Pero, además, creían que el «secreto de la correspondencia» no estaba seguro al dejarlo en manos de una empresa privada. Este tema no parece que influyera, ni en el momento de la concesión, ni siquiera en el momento de la revisión del Contrato con Telefónica, al advenimiento de la República.

Produce asombro leer en la *Memorias* de Azaña la tranquilidad con que constata que Telefónica «espiaba» tanto a los posibles conspiradores contra la República como al Gobierno:

«25 de agosto de 1932: (...) Rico (Gumersindo Rico, director de la Telefónica) nos prestó buenos servicios, contándonos todo lo que oía por teléfono y estableciendo vigilancia en algunos circuitos»;

«3 de diciembre de 1932: (...) La conversación telefónica la oirá la Compañía y la tomará taquígraficamente. Pero lo que vamos a decir al Gobierno americano, dice Zulueta, no hay inconveniente en que lo sepa también la Compañía»<sup>14</sup>.

El monopolio y esta posición «suprlegal» de Telefónica ayudaron a extender la red y el servicio telefónico, aunque la utilización masiva del teléfono no se produjo hasta que las comunicaciones de larga distancia fueron fáciles. La entrada en servicio de los enlaces por cables coaxiales y por radioenlaces se inició alrededor de 1960 y permitió aumentar extraordinariamente el número de circuitos entre las centrales. El crecimiento de las facilidades hizo aumentar el uso del teléfono.

La Administración, siguiendo la tendencia general, utilizó el teléfono en forma creciente. Para sus contactos con los administrados empleaba el servicio proporcionado por la Compañía Telefónica, puesto que era monopolio, pero para sus comunicaciones internas utilizaba, en lo posible, la Red Telefónica Oficial, cuya central principal estaba en el Palacio de Comunicaciones, en la plaza de Cibeles de Madrid. En 1965, repartidas por los diferentes Ministerios, la red tenía diez centrales automáticas y veintiocho centrales manuales.

El coste de los servicios telefónicos «públicos» corría a cargo de cada Ministerio. Para el conjunto de la Administración, la Secretaria General de Comunicaciones en 1990 estimaba un coste anual de «entre 10 y 15 mil millones de pesetas, sólo para la Administración central»<sup>15</sup>.

Los costes de la Red Telefónica Oficial se incluían en los Presupuestos de la Dirección general de Correos y Telégrafos, aunque no siempre reflejaba en sus Memorias anuales una valoración de sus ingresos (como ingresos «virtuales» porque no tenían ningún reflejo económico), como hacía con el valor asignado a los telegramas oficiales. En los últimos años figuraba una cantidad «estimada», que en 1988 ascendía a 919,4 millones de pesetas.

## La radio

El empleo de comunicaciones radioeléctricas fue escasamente efectivo en España durante los primeros años. Los ensayos de Marconi se siguieron con curiosidad, pero se les dio, no sólo en

<sup>14</sup> *Diarios, 1932.1933 – Los Cuadernos robados*, Manuel Azaña. Editorial Crítica. 1977.

<sup>15</sup> «Infraestructuras postales y de telecomunicación – Las bases para un buen servicio», en *El Correo Postal y Telecomunicación* de 15 de mayo de 1990.

España, un carácter preferentemente militar, incluso casi exclusivamente marino. Los experimentos del comandante Cervera —único pionero español— se encaminaron a saltar el Estrecho de Gibraltar y a enlazar Ibiza con el Cabo de San Antonio en la costa de Alicante<sup>16</sup>. Fabricantes extranjeros instalaron emisoras en el yate real y en algún buque de la Armada, pero, como pasaba con el teléfono de los primeros tiempos, parece que sólo se usaban como ensayo para la única utilización que parecía más a propósito, que era la comunicación con los barcos.

La dirección de Telégrafos encargó al comandante Cervera el enlace de la Península con Ibiza, pero no tuvo éxito y esto le hizo desistir de intentar nuevos enlaces. En 1904 la empresa propietaria del *Diario de Ferrol* solicitó autorización para establecer un enlace de radio entre sus oficinas y la Oficina de Telégrafos de La Coruña. Se concedió la autorización y los telegrafistas operaron el enlace durante algún tiempo, incluso, posteriormente, adquirieron las dos estaciones y se utilizaron para que realizaran prácticas en ellas. Pero la comunicación dejó de prestar servicio al cabo de poco tiempo.

Las necesidades que podían solucionar las comunicaciones radioeléctricas se centraron especialmente en las comunicaciones con barcos en alta mar y en muchos países se instalaron estaciones costeras para comunicar con ellos. En España se consideró que debía ser la empresa privada la que se encargara de esta modalidad de comunicación y, por Real Decreto, de 24 de enero de 1908, se sacó a subasta la construcción y explotación de veinticuatro estaciones radiotelegráficas. Aunque se adjudicó a la Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos, sólo se pusieron en servicio tres de ellas.

Varias compañías se sucedieron en la prestación del servicio radioeléctrico, primero gestionando las estaciones costeras y después, paulatinamente, estableciendo enlaces radioeléctricos fijos con estaciones de otras naciones para cursar tráfico de telegramas. La compañía que mantuvo durante más tiempo su actividad fue Transradio Española, que se hizo cargo de las primeras instalaciones y continuó prestando servicio hasta la década de 1970, y Radio Argentina, RADIAR, que estableció un enlace directo con Argentina.

Con motivo de la Segunda Guerra Mundial, se cortaron algunos cables con Canarias y tuvieron que establecerse enlaces de radio con las islas. Con este motivo Telégrafos instaló un centro radioeléctrico en Arganda del Rey, desde el que se establecieron enlaces con Canarias, con Santa Cruz de Tenerife y con Las Palmas, y, posteriormente, con países extranjeros para salvar las dificultades de los enlaces terrestres. Hacia 1970 se inició la instalación de radioenlaces para ir sustituyendo la red de hilos sobre postes. También se instalaron algunas estaciones costeras para explotarlas por cuenta del Estado.

La radiodifusión fue, desde el primer momento, explotada por empresas privadas, aunque hubo un tímido intento de establecer una emisora, en Valencia, por el Cuerpo de Telégrafos. En 1936 se constató la importancia propagandística que tenía la radiodifusión y el Estado creó Departamentos especiales para su control. Fue a partir de esas fechas y de forma creciente, cuando la Administración empezó a ocuparse de la radiodifusión, pero su comentario se escapa del objeto de este trabajo.

La «función inspectora e interventora» de la Administración sobre las comunicaciones radioeléctricas se basaba en lo establecido por la Ley de Telecomunicaciones de 1907, en cuyo desarrollo se afirmaba que correspondía al Estado el monopolio de las comunicaciones por los procedimientos llamados «*telegrafía hertziana, telegrafía eléctrica, radiotelegrafía y demás procedimientos similares ya inventados o que pudieran inventarse en el porvenir*»<sup>17</sup>, reservando al Ministerio de la Gobernación la parte «civil» de la inspección.

Como había ocurrido con la telefonía, en las condiciones que se imponían a los concesionarios había una cláusula por la que el Estado se reservaba la posibilidad de cortar el servicio. En el Real Decreto de 26 de enero de 1908, que es el primero que establece las condiciones para subastar el servicio radioeléctrico, su artículo 7.º decía: «*El Estado podrá suspender el servicio de las estaciones radiotelegráficas cuando y como lo crea conveniente*». En el Reglamento para el fun-

16 *La introducción de las radiocomunicaciones en España (1896-1914)*, de Jesús Sánchez Miñana. 2004.

17 Real Decreto de 24 de enero de 1908, *Gaceta de Madrid* de 25 de enero de 1908.

cionamiento de las Estaciones radioeléctricas se le adjudica a la Dirección general de Correos y Telégrafos la facultad de establecer el horario de servicio de las estaciones y de certificar la aptitud del radiotelegrafista y la obligación de publicar un «nomenclátor» de las estaciones costeras, especificando sus características.

También se especifica en las primeras concesiones que *«la intervención del Estado deberá hacerse en las estaciones radiotelegráficas por los empleados de Telégrafos adscritos a la misma»*. La intervención tenía una parte técnica y una parte contable, para cumplir con las condiciones de la concesión. En 1917 se reglamentaron las inspecciones por un Real Decreto que definía: *«La inspección se realizará por funcionarios del Cuerpo de Telégrafos y tendrá por objeto velar por el interés y orden públicos, por los derechos del monopolio de comunicaciones, que corresponde al Estado; por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la materia y por la observancia estricta de cada concesión»*<sup>18</sup>.

En los primeros tiempos de la radio, las estaciones receptoras, los simples receptores, se consideraba que tenían que estar intervenidas porque podían captar mensajes y, por tanto, violar «el secreto de la correspondencia» de tal modo que, en 1914, se añadieron a las normas primitivas de 1908 estos artículos:

*«Artículo 7.º. Cuando las estaciones sean solamente receptoras y para usos científicos o auxiliares de Observatorios Meteorológicos, serán concedidas por el Ministerio de la Gobernación, siempre que lo solicite una entidad oficial o una particular con la garantía de un departamento oficial.*

*»Artículo 8.º. Estas estaciones receptoras deberán ser intervenidas eficazmente por el Jefe de Telégrafos de la localidad donde se instalen.*

*»Artículo 9.º. Las personas que hayan de verificar la recepción prestarán juramento, ante el Gobernador civil de la provincia, de guardar el secreto de toda la correspondencia radiotelegráfica que puedan sorprender»*<sup>19</sup>.

Estas disposiciones completaban una Real Orden de abril del mismo año, 1914, en la que *«emplaza a cuantos tengan instalaciones de telegrafía sin hilos no autorizadas, sea cual sea el uso a que se destinen, para que las desmonten en un plazo de quince días»*<sup>20</sup>.

En 1923, haciéndose eco de las reglamentaciones que en otros países se habían implantado para ordenar el uso del espectro radioeléctrico, con motivo del auge que iba tomando la radiodifusión, se publicó un Real Decreto que reafirmaba que *«Todas las instalaciones radioeléctricas constituyen un monopolio del Estado, y desde la publicación de este Real Decreto quedan terminantemente prohibidas aquellas estaciones transmisoras y receptoras, o simplemente receptoras, que no sean debidamente autorizadas por el Ministerio de la Gobernación o, en su nombre, por el Director General de Comunicaciones»*<sup>21</sup>.

En junio del mismo año, después de haber oído *«a cuantas entidades o particulares deseen aportar elementos de juicio para el establecimiento del servicio radioeléctrico»*, se publicó un Reglamento para el régimen de estaciones radioeléctricas particulares<sup>22</sup> que clasificó, por sus usos, a las estaciones radioeléctricas en cinco categorías. Todas las estaciones, de cualquier clase, necesitaban autorización expresa para funcionar. Incluso los receptores construidos por aficionados necesitaban una licencia que debían obtener en la oficina de Telégrafos de la localidad. Añadía, además, *«la Dirección General de Correos y Telégrafos ejercerá el derecho de intervención e inspección en todas las estaciones civiles radioeléctricas, sin excepción, en la forma que crea más conveniente»*.

A finales de 1923 se reunió una Conferencia Nacional de Telegrafía sin Hilos que estableció un Reglamento para el establecimiento y régimen de estaciones radioeléctricas particulares y creó una Junta técnica e inspectora de Radiocomunicación, de la que formaban parte representantes de los Ministerios de Estado, Guerra, Marina, Gobernación, Instrucción Pública, Fomento y Trabajo, así como de la Comisión Permanente de Electricidad y Laboratorio de Investigaciones<sup>23</sup>.

18 Real Decreto de 8 de febrero de 1917, *Gaceta de Madrid* de 9 de febrero de 1917.

19 Real Decreto de 19 de julio de 1914, *Gaceta de Madrid* de 25 de julio de 1914.

20 Real Orden de 9 de marzo de 1914, *Gaceta de Madrid* de 26 de marzo de 1914.

21 Real Orden de 27 de febrero de 1923, *Gaceta de Madrid* de 1 de marzo de 1923.

22 Real Orden de 26 de mayo de 1923, *Gaceta de Madrid* de 2 de junio de 1923.

23 Real Orden de 27 de julio de 1923, *Gaceta de Madrid* de 27 de junio de 1924.

Los primeros pasos de la radiodifusión fueron los causantes de que se dictaran normas para regular las emisiones y, especialmente, evitar las interferencias; aunque, a veces, las normas, vistas con ojos de hoy, podrían parecer un tanto peregrinas, por ejemplo, una Real Orden de 11 de junio de 1926 prohibía radiar noticias de prensa los domingos.

La proliferación de emisoras produjo una anarquía en la utilización del espectro radioeléctrico que motivó que los países más avanzados propusieran establecer una reglamentación internacional. Se aprovechó la reunión en Madrid, en 1932, de la veterana Unión Telegráfica Internacional para crear la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT), en la que se fusionaron la Unión Telegráfica Internacional con la Unión Radiotelegráfica Internacional. El principal objetivo, desde el punto de vista radioeléctrico, fue la utilización racional de las frecuencias. Le dedicaron el Artículo 35 del Convenio que decía así:

«*Interferencias.*

»1. *Todas las estaciones, cualquiera que sea su objeto, deben, en lo posible, ser establecidas y explotadas de manera que no perturben las comunicaciones o servicios radioeléctricos, sean de otros Gobiernos contratantes, sean de explotaciones privadas reconocidas por sus Gobiernos contratantes o de otras explotaciones debidamente autorizadas que efectúen un servicio de radiocomunicación.*

»2. *Cada Gobierno contratante que no explote por sí mismo los medios de radiocomunicación se obliga a exigir de las explotaciones privadas reconocidas por él y a las otras explotaciones debidamente autorizadas a este efecto la observación de las prescripciones del anterior párrafo 1»<sup>24</sup>.*

El advenimiento de la República había supuesto la creación de un Ministerio de Comunicaciones y de una Dirección General de Telégrafos y Teléfonos (separada de Correos), que, algún tiempo, también tomó el nombre de Dirección General de Telecomunicación.

El *Reglamento general de Radiocomunicaciones*, anejo al Convenio Internacional de Madrid de 1932, dio lugar a que se tuvieran que dictar multitud de nuevas normas para ajustarse a lo acordado en la Conferencia. Como curiosidad, se ha constatado que desde 1907, fecha de la primera norma para regular las emisiones radioeléctricas, hasta 1923, con la llegada al poder de Primo de Rivera, se publicaron 24 normas referidas a temas de la radio. Durante el período de la Dictadura, de 1923 a 1931, se publicaron 71 disposiciones sobre el mismo tema. Y desde el 14 de abril de 1931 hasta finales de 1934 se publicaron 126<sup>25</sup>.

Era la época de la consolidación de las emisoras comerciales y hubo que cambiar las frecuencias de trabajo de 48 de ellas (EAJ-1 a EAJ-48) para ajustarse al *Plan de Radiodifusión de Lucerna* de la Convención Europea de Radiodifusión. Se reservaron frecuencias para los Radioaficionados y se estableció el «Servicio de Radiodifusión Nacional», a cargo de la Dirección General de Telecomunicación<sup>26</sup>.

El panorama radioeléctrico de aquellos primeros tiempos varió enormemente, sobre todo a partir del período comprendido entre 1950 y 1960. En la Conferencia Internacional de la UIT de Atlantic City, en 1947, se creó la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB, según las siglas inglesas) que hizo más riguroso el control del uso del espectro radioeléctrico. En España hubo una cierta dispersión en los controles, al coexistir organismos de Radiodifusión que estaban al margen de la Dirección General de Correos y Telégrafos, que, teóricamente, seguía siendo la encargada de la supervisión.

El uso de estaciones radioeléctricas de pequeña potencia por particulares fue creciendo. En las *Memorias de Telégrafos* se incluye la recaudación obtenida por el abono del «Canon de las estaciones de segunda, tercera y quinta categoría», así como el canon por «líneas microfónicas» y «líneas telefónicas» hasta 1971.

A estas disposiciones, que se han mantenido teóricamente vigentes hasta la desaparición de la Dirección General de Correos y Telégrafos, se fueron añadiendo otras que intentaban controlar las diferentes modalidades de servicios radioeléctricos que iban surgiendo. A partir de

24 Tomado del *Procés verbal de la 8.ª Assamblée Plénière des Conférences Réunies*, página 142.

25 Ver «Legislación Radioeléctrica y disposiciones que en materia de Radiocomunicación tiene dictadas el Ministerio de Comunicaciones», Recopilación y ordenación hecha por orden y a expensas de la Dirección General de Telecomunicación. Madrid, 1934.

26 Ley de 26 de junio de 1934, *Gaceta de Madrid* de 28 de junio de 1934. Como curiosidad, la Ley específica que una licencia para el uso de una radio «galena» tenía que abonar 1,50 pesetas al año y un receptor «de una a cinco lámparas» 12 pesetas al año.

1985 su inspección y control pasó a la Dirección General de Telecomunicaciones que, como ocurriera con su homónima de 1933, se ha encargado de dar las normas para encauzar la eclosión, un tanto tumultuosa, de los nuevos servicios derivados especialmente del uso de los enlaces por satélite y por los servicios de telefonía móvil.

La Dirección General de Telecomunicaciones, a partir de 1991, se vio desligada de cualquier tipo de explotación de Telecomunicación —al contrario de lo que ocurría con la Dirección General de Correos y Telégrafos— y se dedicó exclusivamente a controlar los servicios, tanto desde el punto de vista del interés de los usuarios como desde la correcta coexistencia técnica entre los promotores.

## La red RICO

Alrededor de 1990 se produce, dentro del tema que se está tratando, un fenómeno curioso: se intenta establecer un sistema de telecomunicaciones global y específico para el servicio de la Administración, la Red Integrada de Comunicaciones Oficiales (RICO).

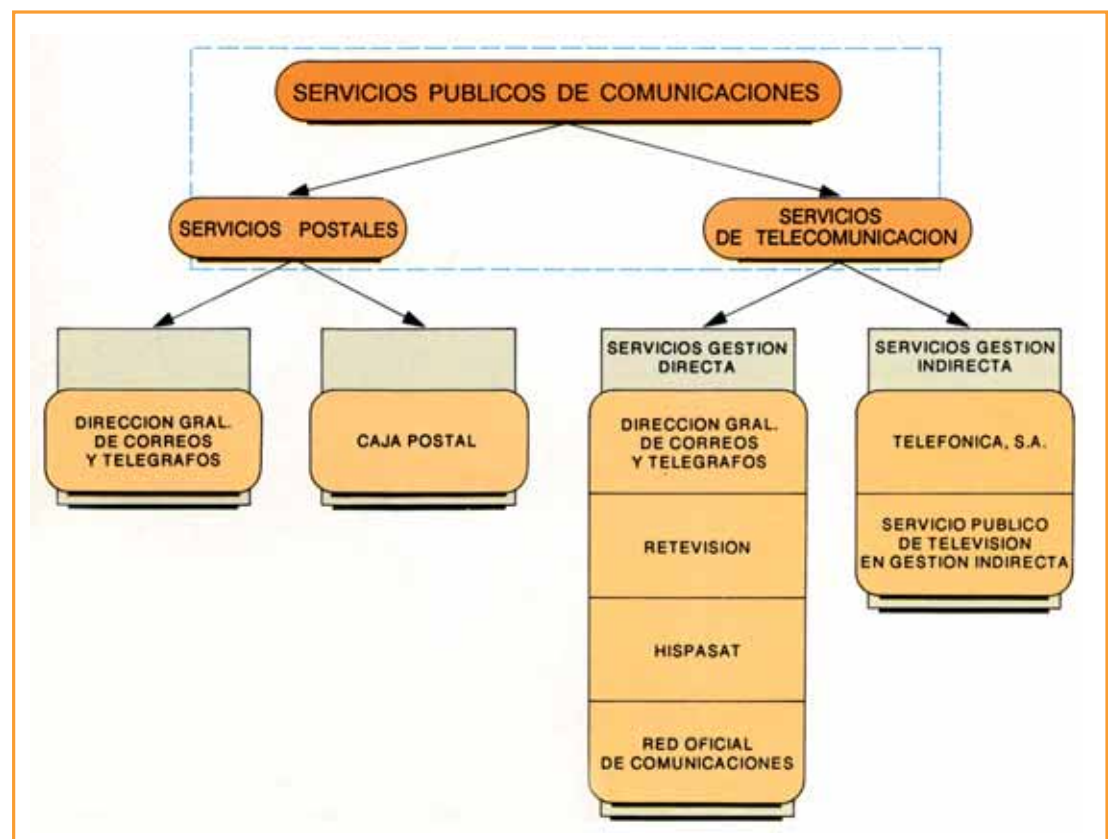
En 1985, por Real Decreto de 19 de junio, se creó la Secretaría General de Comunicaciones en la que se englobaban la Dirección General de Correos y Telégrafos y la Dirección General de Telecomunicaciones.

En la Ley de Presupuestos de 1989 se creó Retevisión, Red Técnica Española de Televisión, agrupando los medios radioeléctricos de Televisión Española, cuya gestión pasó a depender de la Secretaría General de Telecomunicaciones.

La Caja Postal de Ahorros, vinculada históricamente a Correos, estaba, también, dentro de la Secretaría. Igualmente lo estaba Hispasat, de cuyo capital participaban la Caja Postal con un 22,5 por 100 y Retevisión, con un 25 por 100.

La creación de una Dirección General de Telecomunicaciones supuso que toda la actividad «de vigilancia e inspección», que se venía atribuyendo la Administración sobre los temas de telecomunicación, y que había dependido de la Dirección General de Correos y Telégrafos, pasó a depender de la nueva Dirección General. En 1987, la promulgación de la Ley de Ordenación

Representación de las entidades y servicios controlados por la Secretaría General de Comunicaciones en 1990, tal y como fue publicado por *El Correo Postal y Telegráfico*, en mayo de 1990. La Secretaría General de Comunicaciones tenía entre sus funciones la de regular los servicios públicos de telecomunicación y gestionaba de forma directa diversos organismos relacionados en la telecomunicación







Mapa con indicación de los cables y radioenlaces que constituían la Red de Telégrafos, publicado por *El Correo Postal y Telegráfico*, Órgano de la Secretaría general de Comunicaciones, en abril de 1990. La red de telégrafos contaba con diez centros modelo situados en las diferentes zonas en las que estaba dividida España para la prestación de este servicio

de las Telecomunicaciones (LOT)<sup>27</sup>, vino a definir el papel de esta Dirección General en estos temas.

Pero, por otra parte, con tal conjunto de competencias, la Secretaría General de Comunicaciones «podría asemejarse a una especie de holding, en el que varias empresas —en este caso organismos y entidades de la Administración del Estado— mantienen, organizan y coordinan sus intereses comunes a través de una casa-madre»<sup>28</sup>, al disponer, Incluso, de un banco en la Caja Postal.

Además, la Secretaría General se reservó la Subdirección General de Infraestructura, procedente de la Dirección General de Correos y Telecomunicación, dentro de la cual se englobó la Red de comunicaciones oficiales, que, como se ha dicho, Telégrafos había ido manteniendo desde 1855, y a través de la cual quiso encargarse de proporcionar las infraestructuras de telecomunicación que necesitaba la Administración.

La infraestructura que la Secretaría pretendía utilizar era la «red de Telégrafos». A partir de la creación del servicio Télex en 1955 y, sobre todo, a partir de la gran expansión de este servicio a finales de la década de 1970, la red telegráfica había experimentado una gran modernización y disponía de gran capacidad para abordar comunicaciones «modernas».

La Red RICO potenciaría los «gabinetes telegráficos», dotándolos de servicios avanzados. Para ello, las sedes de los Ministerios se enlazaron mediante cables de fibra óptica, estableciéndose dos «anillos» que garantizaban el servicio. Se instalaron radioenlaces digitales en muchas dependencias ministeriales y se adquirieron centrales telefónicas digitales. Se ensayaron sistemas de video-teléfono y video-conferencia y se implantó una red de conmutación de datos, todo ello soportado por la red de transmisión que ya estaba operativa para el servicio Télex.

27 Ley 31/1987, de 18 de diciembre, en BOE de 19 de diciembre de 1987.

28 «Secretaría General de Comunicaciones», de Juan Ramón Vidal, en *El Correo Postal y Telegráfico*, de mayo de 1990.



Torre de radioenlaces de la Red Integrada de Comunicaciones Oficiales (RICO), hacia 1990

El 1 de Junio de 1990 el Secretario General de Comunicaciones, con el Director General de Correos y Telégrafos y el de Telecomunicaciones, presentó el proyecto de la red RICO a los representantes de todos los Ministerios y aprovechó el escaparate que le brindaba la celebración en Madrid de la Exposición «Eurotelecom 90», para hacer visibles las posibilidades de esa Red. Desde el pabellón de la Exposición, el Rey pudo hablar, por medio de un terminal de video-teléfono, con los responsables de Correos y Telégrafos de Barcelona, utilizando medios exclusivos de esta red. Sistemas de videoconferencia enlazaban el pabellón con el Palacio de Comunicaciones y una central telefónica digital permitía hablar por teléfono y enviar faxes a cualquier oficina telegráfica.

En los meses siguientes se establecieron enlaces con gran número de dependencias de la Administración y la Red RICO fue tomando cuerpo.

Pero, por alguna causa que no resulta fácil de entender, la idea de esa Red se frustró. El tema de la liberalización de las Telecomunicaciones estaba en plena discusión. Varias empresas pugaban por introducirse en el mercado español.

Según el órgano oficioso de la Secretaría General, la red se hizo «ateniéndose a lo establecido en los artículos 11 y 12 de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)»<sup>29</sup>.

El artículo 11 dice: «Se consideran servicios oficiales de telecomunicación los establecidos por líneas, sistemas o redes oficiales, entendiéndose por tales las de titularidad de la Administración del Estado que presten servicio en exclusiva a órganos de la misma o a otras administraciones públicas en las condiciones que se establezcan reglamentariamente».

El artículo 12 enumera los servicios que el Estado se reserva, dice:

«1. Los servicios de telecomunicación que, en todo caso, el Estado se reserva para su explotación, en régimen de gestión directa, por sí mismo o por sus entes públicos, a través de los órganos competentes, según su legislación específica, son los siguientes:

- Servicios radioeléctricos de ayuda a la meteorología.
- Servicios radioeléctricos de ayuda a la navegación aérea.
- Servicios radioeléctricos de ayuda a la navegación marítima.
- Servicios radioeléctricos de ayuda a la navegación aerospacial.

»2. El Estado, en el ámbito de sus competencias, explotará también los siguientes servicios de telecomunicación:

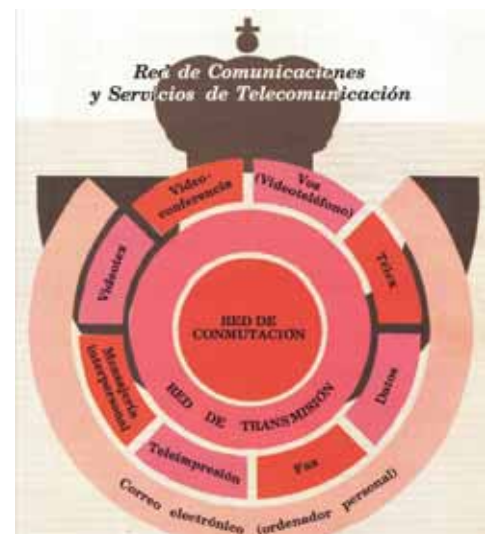
- Servicios radioeléctricos de exploración de recursos naturales.
- Servicios radioeléctricos de investigación espacial.
- Servicios radioeléctricos de radioastronomía.
- Servicios de socorro y seguridad de la vida humana en el mar.
- Servicios de telecomunicación, información y auxilio en carretera.

»Aquellos otros de características similares a las enumeradas y los que afecten a la seguridad de la vida humana, a la seguridad del Estado o a excepcionales razones de interés público.

»Respecto a estos servicios, el Estado podrá hacer concesiones en las condiciones que reglamentariamente se determinen.»

Y, efectivamente, la red RICO tenía servicios de telecomunicación «establecidos por líneas, sistemas o redes oficiales» y entre sus «clientes» estaban los servicios radioeléctricos específicos del Ministerio de Asuntos Exteriores, del Servicio de Vigilancia Aduanera, de la Policía Nacional, de Aeropuertos Nacionales, etc.; pero, probablemente, a pesar de la concordancia de la letra de los artículos, la idea de una Red Integrada de Comunicaciones Oficiales interfería con el espíritu de la LOT.

Representación esquemática de los servicios que pretendía ofrecer la red RICO, Red Integrada de Comunicaciones Oficiales, que intentaba establecer un sistema de telecomunicaciones global y específico para el servicio de la Administración. Publicado por *El Correo Postal y Telegráfico*, en abril de 1990



29 *El Correo Postal y Telegráfico*, de julio/agosto de 1990, página 30.



José Luis Martín Palacín (izquierda) y José Borrell (derecha), fotografiados en el acto de toma de posesión de la Secretaría General de Comunicaciones, Elena Salgado. Tomado de *El Correo Postal y Telegráfico* de mayo de 1991

La idea de la Red RICO se basaba, además de en conseguir «un ahorro considerable respecto a los gastos que actualmente soportan las distintas administraciones públicas en lo relativo a las telecomunicaciones», en proporcionar «una estructura oficial confidencial»<sup>30</sup> para las comunicaciones oficiales, retomando el concepto de velar por el «secreto de la correspondencia».

Los responsables de la Dirección General de Telecomunicaciones de la época han expresado, veinte años después, sus

dudas y vacilaciones en aquellos momentos: «Se planteó que la Administración retomara sus funciones y constituyera un PTT como en los países del entorno. No fue esta la decisión, pero coincidió la publicación de la LOT con un gran debate también fuera de España»<sup>31</sup>.

La Secretaría General de Comunicaciones no pretendía ser un PTT, la RICO no podía serlo, pero sustraía del negocio de las telecomunicaciones entre 10 y 15 mil millones de pesetas anuales, según estimaba la propia Secretaría General, y mantenía una parcela de las telecomunicaciones en manos del Estado.

A finales de 1990 debió producirse un cambio de orientación en el Gobierno que incluyó en la Ley de Presupuestos para 1991 la conversión de Correos en el Organismo Autónomo de carácter comercial Correos y Telégrafos, lo que suponía el primer paso para desmontar la RICO.

En el mes de marzo de 1991 cambió el Ministerio y las Comunicaciones pasaron a depender del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. El Director General de Telecomunicaciones, Javier Nadal, se mantuvo en el puesto y quince años después recuerda que «si en la LOT hubiéramos sido fieles con lo que pensábamos años atrás, hubiéramos cometido un gran error. Fuimos posibilistas»<sup>32</sup>.

El cambio de estrategia se personalizó en el Secretario General saliente, José Luis Martín Palacín, propulsor de la idea de la RICO, y el ministro entrante, José Borrell, que privatizó la Caja Postal y Retevisión, desmontando el «holding» que se había proyectado.

El cambio de filosofía llevó a que los diferentes Ministerios contrataran con operadores, especialmente con Telefónica, los nuevos servicios que se habían previsto. Por otra parte el Organismo Autónomo de carácter comercial Correos y Telégrafos no podría seguir teniendo en su nómina al personal de los «gabinetes ministeriales» y de la Red Telefónica Oficial y, durante un tiempo, se creó una situación confusa. La modernización de los servicios de Correos y Telégrafos requería nuevas prestaciones, sobre todo de transmisión de datos y de fax, pero simultáneamente se producía un descenso en la utilización del servicio Telex, que se redujo rápidamente.

La situación resultante es difícil de explicar: la Red de Comunicaciones Oficiales seguía establecida, las infraestructuras, fibra óptica y radioenlaces, estaban disponibles; pero, al no implantarse los nuevos servicios, quedaban infrautilizados y, quizá, perdidos.

## Epílogo

De todo cuanto se ha dicho se podría concluir:

a) Que la Administración como *consumidora* de telecomunicación no presenta características especiales. El volumen del ámbito administrativo hace que sea un gran consumidor de servicios de telecomunicación, pero la inercia propia de un «cuerpo» grande supone que asuma con lentitud los cambios que se van produciendo en ese campo.

30 «Infraestructuras Postales y de Telecomunicación. Las bases de un buen servicio», en *El Correo Postal y Telegráfico*, de abril de 1990.

31 «DGTel, veinte años», en *BIT* de agosto-septiembre de 2005.

32 «DGTel, veinte años», en *BIT* de agosto-septiembre de 2005.

b) Que la Administración siempre ha creído que era su obligación controlar la Telecomunicación esgrimiendo dos motivos: mantener el orden público y asegurar el secreto de la comunicación. En el mantenimiento del orden público se han agrupado muchas variantes, desde salvaguardar la seguridad nacional a mantener las buenas costumbres. En la actualidad vemos reproducidos los esquemas en el control de Internet.

c) Que, cuando el consumo de telecomunicación se ha hecho masivo, la Administración ha asumido el papel de árbitro para garantizar el buen uso de los medios disponibles, intentando ser neutral.

## Bibliografía

- Azaña, Manuel (1977). *Diarios, 1932.1933 – Los Cuadernos robados*. Editorial Crítica.
- BIT. (2005). «DGTel, veinte años», *BIT* de agosto-septiembre de 2005.
- De Pablo, Susana y Rodríguez, Ángel (1991). «Gabinetes telegráficos». *El Correo Postal y Telegráfico*, número 24, de febrero 1991.
- Dirección general de Correos y Telégrafos. (Varios años) *Memorias*. Dirección general de Correos y Telégrafos.
- Dirección General de Telecomunicación (1933). *Informe emitido por la Comisión de revisión de concesiones de servicios de Telecomunicación*. Dirección General de Telecomunicación.
- Dirección General de Telecomunicación (1934) *Legislación Radioeléctrica y disposiciones que en materia de Radiocomunicación tiene dictadas el Ministerio de Comunicaciones*, Recopilación y ordenación hecha por orden y a expensas de la Dirección General de Telecomunicación.
- Dirección General de Telégrafos (1864). *Libro de Circulares*. Dirección General de Telégrafos.
- Gaceta de Madrid* (varios años).
- Galvarriato, J. A. *El correo y la telecomunicación en España*.
- González Martí, I. (1885). «El condensador y el teléfono». *Revista de Telégrafos* de 1 de agosto de 1885.
- Hernández, Afrodiseo (1974). *La Telecomunicación como factor histórico*. N.º 15 de la colección Estudios del Ministerio de la Gobernación.
- Peñalver, Patricio (1890). «Los empleados del Cuerpo de Telégrafos en los Ministerios». *Revista de Telégrafos* de 1 de septiembre de 1890.
- Sánchez Miñana, Jesús (2004) *La introducción de las radiocomunicaciones en España (1896–1914)*. Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones.
- Secretaría General de Comunicaciones (1990) «Red de comunicaciones y servicios de telecomunicación». *El Correo Postal y Telegráfico* de abril de 1990.
- Secretaría General de Comunicaciones (1990) «Redes primaria y secundaria de la Secretaría General de Comunicaciones». *El Correo Postal y Telegráfico* de abril de 1990.
- Secretaría General de Comunicaciones (1990) «Servicios Públicos de Comunicaciones». *El Correo Postal y Telegráfico* de mayo de 1990.
- Varios (1990). *El Correo Postal y Telegráfico* de julio/agosto de 1990.
- Varios «Infraestructuras Postales y de Telecomunicación. Las bases de un buen servicio». *El Correo Postal y Telegráfico*, de abril de 1990.
- Varios (1990) «Infraestructuras postales y de telecomunicación – Las bases para un buen servicio». *El Correo Postal y Telecomunicación* de 15 de mayo de 1990.
- Varios (1865). *Revista de Telégrafos* de 1 de febrero de 1865.
- Varios. 1884. «Conferencias técnicas celebradas en 1884». *Revista de Telégrafos*, número 97, del 1 de diciembre de 1883.
- Varios «Procés verbal de la 8.<sup>a</sup> Assamblée Plénière des Conférences Réunies».
- Vidal, Juan Ramón (1990). «Secretaría General de Comunicaciones». *El Correo Postal y Telegráfico* de mayo de 1990.



Militares españoles utilizando un teléfono de campaña en el frente. La importancia que las telecomunicaciones han tenido dentro de los ejércitos ha hecho que a lo largo del tiempo se fueran estableciendo diferentes departamentos encargados de las mismas hasta llegar a crear en 1940 la Jefatura de Transmisiones, dependiente del Estado Mayor del Ejército

Grandes organizaciones que prestan servicios públicos y que gestionan en autoprestación sus propias redes de telecomunicación

# Las telecomunicaciones y los ejércitos en España

Vicente Miralles Mora

## Las primeras comunicaciones en los ejércitos



Heliógrafo. En este aparato telegráfico se aprovechan los rayos solares, reflejados en un espejo plano, orientados hacia el puesto receptor, moviéndose el espejo mediante un manipulador con la cadencia de los puntos y las rayas del código morse

Los primeros mensajes enviados a distancia en las épocas históricas de la Humanidad estaban relacionados con la guerra o, utilizando una terminología más reciente, con la defensa. Podía tratarse de transmitir la alarma ante invasiones enemigas o de disponer los movimientos de tropas o buques para conducir las batallas terrestres o navales. Según los casos y los países se utilizaron tambores en la selva, hogueras o señales de humo, semáforos u otros medios. En todo caso, tanto para la guerra como para la defensa siempre se ha necesitado disponer de unas comunicaciones que fueran lo más rápidas posibles.

En los albores de lo que ya podemos llamar telegrafía, por permitir la transmisión de mensajes alfanuméricos a largas distancias no necesariamente convenidos de antemano y en un tiempo reducido, apareció en Francia el telégrafo óptico, desarrollado por Chappe, cuando ésta se hallaba cercada por las fuerzas aliadas de Inglaterra, Holanda, Prusia, Austria y España, lo que proporcionó a los franceses la ventaja estratégica de disponer de mejores comunicaciones que sus enemigos a partir de 1794, cuando ya funcionaba la línea óptica París-Lille. Otros países, como Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Rusia o España, construyeron también redes semafóricas y ópticas con los mismos principios y objetivos, destinadas tanto a fines militares como civiles, centradas estas últimas en el mantenimiento del orden público y la acción del Gobierno.

Con la aparición de los telégrafos eléctricos en los últimos años de la década de 1840, los ejércitos se interesaron por este nuevo medio, incomparablemente más rápido y eficaz que todos los anteriores. Se empleó, por primera vez, en la guerra de Crimea, en 1854, enlazando los puestos de mando con tropas avanzadas en las trincheras. En la guerra de la independencia de la India, en 1857, las autoridades gubernamentales de Calcuta mantuvieron el enlace con las tropas británicas dispersas en el territorio mediante líneas telegráficas, lo que les proporcionó una evidente superioridad sobre sus adversarios.

En España se habían desarrollado líneas semafóricas en Cádiz, en 1805 por el teniente coronel de Ingenieros don Francisco Hurtado, e incluso en la Guerra de la Independencia se emplearon algunos sistemas semafóricos de campaña. En la primera guerra carlista, en 1836, el Director de Telégrafos del Ejército de Operaciones del Norte, el general don Manuel Santa Cruz, estableció dos líneas de telegrafía óptica para uso militar entre Vitoria y Logroño, y entre esta última y Pamplona, con torres fortificadas en trece estaciones intermedias que establecían un semicírculo en torno a Estella (Navarra). Posteriormente, el brigadier don José María Mathé,

iniciaría en 1844 la construcción de las líneas de telegrafía óptica españolas al frente de la Dirección de Telégrafos, organismo provisional dependiente de Fomento y Gobernación, que en 1852 iniciaría la era de la telegrafía eléctrica.

Pero fue en la Guerra de África, iniciada con la declaración de guerra del sultán de Marruecos contra España en 1859, cuando por primera vez el Ejército empleó la telegrafía en el curso de las operaciones. Como la Brigada Telegráfica del Ejército no se constituiría hasta 1872, tuvieron que ser funcionarios voluntarios del Cuerpo de Telégrafos los que se ocuparon de las transmisiones militares. Tres Jefes del Cuerpo, cuatro Jefes de Estación, dos Oficiales de Sección y trece telegrafistas, con otro personal de líneas que integraban la llamada «Comisión de Campaña», se trasladaron al Cuartel General del ejército expedicionario, situado en Algeciras. Desde allí cruzaron el Estrecho a mediados de diciembre, y mientras la sección de reserva permanecía en Ceuta y construía las líneas al Acho y al Serrallo<sup>1</sup>, la sección de vanguardia siguió al Ejército y en la toma de Tetuán establecieron las líneas a la Aduana, Alcazaba y Fuerte Martín, con una longitud total de 12.7 km. Estas últimas se desmontaron en 1862 a la retirada del ejército de ocupación, permaneciendo las de Ceuta.

Hay que reseñar que con motivo de esta misma guerra, una Real Orden, de 28 de octubre del mismo año 1859, dispuso la unión de las plazas de Tarifa y Ceuta, mediante un cable telegráfico submarino que atravesase el Estrecho de Gibraltar. Con la precipitación obligada por las circunstancias, el tendido se encargó a Mr. Henley de Inglaterra, que junto con los dos Jefes de Telégrafos, comisionados al efecto, sin sondeos previos del trazado y utilizando cable de fondo sobrante de un tendido trasatlántico y, por tanto, sin la protección mecánica adecuada que hubiera requerido emplear cable de costa con doble armadura de hierro, iniciaron los trabajos el 18 de diciembre de 1859 y aunque el cable se rompió a cuatro millas de Tarifa, el 21 se terminó el fondeo. Ese mismo día quedaron establecidas las comunicaciones telegráficas entre Ceuta y Tarifa, comunicándose a Madrid los partes de las primeras batallas mientras la Administración militar pudo tomar rápidamente las disposiciones oportunas para el acopio y transporte de todo tipo de vituallas. Pero lo inadecuado del tendido, unido al furioso temporal que se desató en la zona algunos días después, ocasionó que el cable se rompiera el día 8 de enero siguiente, sin que fuera posible repararlo ni siquiera recogerlo, salvo algunos pequeños trozos.

Sin embargo, ya desde 1858, y por una Real Orden de 17 de mayo, la Marina estaba procediendo al estudio del tendido de un cable submarino al archipiélago balear, realizando los sondeos y elección de los puntos de amarre en las islas de Mallorca, Menorca e Ibiza, y en Barcelona y Jávea para cerrar un polígono con aquéllas. Los tendidos se llevaron a cabo en 1860, con el auxilio de la goleta de hélice de la marina de guerra *Santa Teresa*, que marcaría el rumbo de fondeo al vapor inglés *Stella* que debía tender los cables. El tendido del último, entre Mahón y Barcelona, se demoró hasta enero de 1861 porque faltó cable y hubo que sortear los temporales de invierno.

Las comunicaciones eléctricas fueron introducidas en todos los ejércitos de las potencias de la época, tanto como redes permanentes de carácter estratégico enlazando los cuarteles generales y unidades desplegadas por los territorios

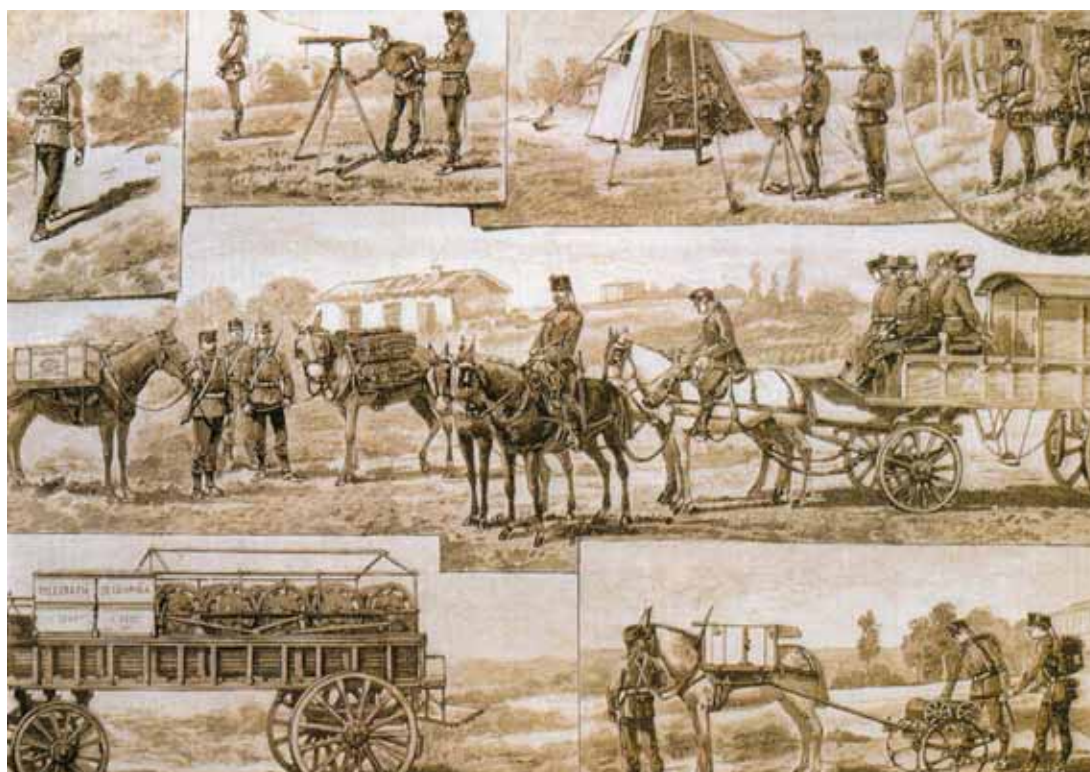
en tiempos de paz, como en comunicaciones tácticas dispuestas en el campo de batalla en acciones de guerra, o desplegadas en entrenamientos y maniobras. La primera ocasión a gran escala en un conflicto armado fue durante la Guerra de Secesión de los Estados Unidos, 1861-1865. El Gobierno Federal construyó 24.000 km de líneas telegráficas durante la guerra, por las que se cursaron más de 6 millones de mensajes. Ya entonces se utilizaron claves secretas para cifrar los textos, y evitar su inter-



Perforadora morse. Para la transmisión rápida de mensajes en morse se perforan los puntos, rayas y espacios en una cinta de papel, que luego explora un transmisor automático

1 Ambas en Ceuta.

Aparatos de telegrafía óptica y eléctrica del Batallón de Telégrafos del Cuerpo de Ingenieros. Hasta la aparición de la radio hacia 1900, las comunicaciones militares utilizaban palomas mensajeras, telégrafos ópticos o semafóricos y tendidos de líneas eléctricas de campaña



ceptación por el enemigo, a través de derivaciones subrepticias sobre los hilos del telégrafo. Entre 1891 y 1897 se tendieron varios cables entre la Península y las plazas de Ceuta y Melilla y con Alhucemas<sup>2</sup>, el Peñón de Vélez de la Gomera<sup>3</sup> y las Islas Chafarinas<sup>4</sup>, de alto interés militar aunque compartidos con el tráfico civil, y a cargo del Cuerpo de Telégrafos.

Resulta curioso recordar aquí, porque ya se utilizaron sus servicios en el Estrecho, que en 1879 se creó el Palomar Central del Ejército, en Guadalajara, con palomas mensajeras procedentes de Bélgica, destinadas al envío de mensajes escritos, generalmente cifrados por si caían en manos del enemigo. Un singular procedimiento de Telecomunicación que ha sido utilizado en situaciones especiales por muchos ejércitos, conservándose todavía hoy en cierto modo, y al que se denominó «telegrafía alada». Las palomas mensajeras tienen un extraordinario sentido de la orientación, son capaces de cubrir distancias de hasta 1.200 km a unos 60/70 km por hora, y cuentan con una «vida útil» de unos diez años; su cría, entrenamiento y conservación en España, corren a cargo del Servicio Colombófilo del Ejército de Tierra, que en la actualidad tiene su palomar central en el Regimiento de Transmisiones de El Pardo (Madrid).

## El impulso de las guerras en las telecomunicaciones. La radiocomunicación

Pero las aportaciones más importantes de las telecomunicaciones a los ejércitos, o expresado de otro modo, el impulso más notable que las operaciones militares han proporcionado a las telecomunicaciones tuvieron lugar con ocasión de las dos guerras mundiales. A la telegrafía por semáforos utilizada por todas las marinas de guerra durante varios siglos, se unió a finales del siglo XIX la radio, de la que se considera inventor a Marconi, porque desarrolló un sistema de telegrafía sin hilos sumamente satisfactorio e inspiró y supervisó personalmente su aplicación hasta extenderlo por todo el mundo, siendo aceptada su patente en 1896.

Las marinas de guerra de todos los países se interesaron de inmediato por el nuevo sistema, que permitía la comunicación con los buques más allá de las relaciones visuales; aunque también

<sup>2</sup> Peñón situado cerca de la costa africana que en esa época pertenecía a España.

<sup>3</sup> Situado en la costa africana, perteneciente a España y separado de Marruecos por un istmo de tierra.

<sup>4</sup> El Peñón de Vélez de la Gomera, las Islas Chafarinas y Ceuta y Melilla siguen siendo territorio español.



los ejércitos de tierra prestaron atención al nuevo invento. En abril de 1899 un representante de la Wireless Telegraph Company, que explotaba las patentes de Marconi, estuvo en España realizando pruebas de su sistema ante las autoridades civiles y militares. Como consecuencia de estas pruebas, fue comisionado a Inglaterra y Francia el comandante de Ingenieros don Julio Cervera Baviera, que a su regreso convenció a sus superiores de que podían fabricarse en España equipos de radio, comenzando de inmediato sus trabajos en el Batallón de Telégrafos, instalado en el Cuartel de la Montaña, en Madrid. Su primera patente la obtuvo en noviembre de ese mismo año 1899. Posteriormente, y hasta julio de 1900 estuvo haciendo otras pruebas con sus equipos en Madrid,

Valencia, Cádiz y Ceuta.

Ese mismo año 1900 el capitán de Ingenieros, don Isidro Calvo y Juana, profesor de la Academia de Ingenieros de Guadalajara, publicó en dicha ciudad el primer libro editado en España sobre Telegrafía sin hilos, titulado *Aplicaciones de las oscilaciones hertzianas a la telegrafía y telefonía eléctricas sin hilos conductores*. Es significativo que fuera también un militar, el teniente coronel de Ingenieros don Ambrosio Garcés de Marcilla, el que publicase en 1851 en Barcelona, donde había construido varias líneas del Telégrafo Militar, el primer *Tratado de Telegrafía Eléctrica* editado en España, lo que prueba el interés que las telecomunicaciones despertaban en los militares españoles, siempre atentos a las nuevas tecnologías.



Estación de radio Marconi de 2 vatios. Transmisor-receptor portátil de pequeña potencia a válvulas muy utilizado por el personal de Transmisiones para comunicaciones tácticas durante varias décadas

También en Francia en 1900 el capitán de Ingenieros, Gustave Ferrié, inventor del detector electrolítico de punta de platino presentado en el Congreso Internacional de Electricidad, en agosto de 1900 y adoptado universalmente en 1904, fue encargado por el ministro de la Guerra francés para que estableciera comunicaciones radioeléctricas entre varios fuertes militares, y al año siguiente logró alcances de medio centenar de kilómetros con equipos de baja potencia. En 1902 obtuvo alcances de 240 km con antenas soportadas por globos cautivos, y en diciembre de ese mismo año consiguió restablecer las comunicaciones entre Martinica y Guadalupe, cuyo cable submarino había sido inutilizado por la erupción de la Montaña Pelada, utilizando mástiles de 55 metros de altura.

Ese mismo año de 1902 el Ejército Español implantó estaciones de radio a ambos lados del Estrecho, ensayándose los aparatos de Cervera, Marconi y Popoff, consiguiéndose buenos resultados con todos ellos, con antenas soportadas con mástiles de unos cincuenta metros de altura, situados en el Cerro del Camorro, en Tarifa, y Monte Acho, en Ceuta. Por su parte la Armada realizaba en agosto de 1904 pruebas con equipos de Telefunken, de los que posteriormente adquiriría algunos para equipar los principales buques de guerra.

El 21 de mayo de 1905 se publicaba, a propuesta del ministro de la Guerra, un Real Decreto en el que a iniciativa del Jefe del Estado Mayor del Ejército se promovía el establecimiento de comunicaciones radiotelegráficas entre la Península y las posesiones del Norte de África, así como con los archipiélagos balear y canario, para suplir las frecuentes averías de los cables submarinos; creándose una comisión de Guerra, Marina y Gobernación para elaborar propuestas de despliegue de estaciones y reglamentos de operación, tanto para servicio militar como civil, incluido en este último el servicio costero con buques comerciales. Estas iniciativas eran consecuencia de las deliberaciones de la Conferencia Radiotelegráfica preliminar de Berlín en 1903, a la que habían asistido solamente los Ministerios de Guerra y Marina por dificultades presupuestarias de Gobernación. En la Conferencia Radiotelegráfica de Berlín, en 1906, ya estuvieron presentes representantes de los tres Ministerios citados.

## La Primera Guerra Mundial 1914-1918

A la Primera Guerra Mundial se la conoce también como *guerra del teléfono*. En esos años todos los ejércitos combatientes contaban ya con Cuerpos de Transmisiones dotados de instalaciones y equipos telegráficos y telefónicos especialmente preparados para la guerra. Los buques de guerra disponían ya en 1914 de instalaciones radioeléctricas, generalmente para radiotelegrafía por morse, con las que podían comunicarse entre sí, al mismo tiempo que también lo hacían con las instalaciones militares terrestres. Pero eran más escasas las estaciones móviles de radiocomunicación para despliegues tácticos, y más raras aún las dispuestas a bordo de aeronaves, que habían de ser radiotelefónicas para ser operadas por el propio piloto o navegante.

Estas deficiencias se pusieron de manifiesto desde el principio de la guerra, y cuando se estabilizaron los frentes y se entró en una guerra de desgaste y de trincheras, se sintió la necesidad de contar con redes de tipo permanente, y la telefonía de campaña, por su sencillez de manejo, se impuso en todos los frentes. Las antenas de radio eran demasiado visibles, y por tanto un blanco fácil para el enemigo, mientras que los cables telefónicos que en ocasiones se enterraban a dos metros de profundidad para evitar los daños por los bombardeos, resultaban más adecuados. Sólo que ahora ya no era necesaria la derivación física sobre los conductores para interceptar las comunicaciones del enemigo, pudiendo hacerse aprovechando los fenómenos de inducción y con amplificadores a válvulas, instalando rejillas de cobre en las inmediaciones de los cables del enemigo.

También la radio prestó su contribución a las batallas navales permitiendo las comunicaciones entre los buques de guerra propios, interceptando las del enemigo, o bloqueando sus comunicaciones con emisiones perturbadoras. Y durante todo el periodo de guerra se fabricaron intensivamente transmisores y receptores de radio, ya dotados de válvulas termoiónicas, tanto para estaciones fijas de gran potencia y alcance como para comunicaciones móviles de tipo táctico, en operaciones terrestres, navales y aéreas. En 1918 las escuadrillas de caza y bombardeo disponían ya de equipos de radio que aumentaban su eficacia destructiva convirtiendo la lucha aérea en una cruenta arma de combate.

Estos avances de la radiocomunicación, y la disponibilidad de equipos y personal experto al finalizar la guerra, darían lugar a la masiva y rápida introducción de la radiodifusión en los años veinte y al auge de la radioafición entre los veteranos que habían servido los equipos de radio.



Transmisores y receptores militares. Equipos radiotelegráficos y radiotelefónicos utilizados por el Ejército español en los años cuarenta y cincuenta del siglo XX

## La Segunda Guerra Mundial 1939-1945

A la Segunda Guerra Mundial se la ha llamado *guerra de las radiocomunicaciones* por las razones que veremos a continuación. Ya en 1935 las autoridades británicas habían consultado al Laboratorio Nacional de Física la posibilidad de que su Departamento de Radiocomunicaciones pudiera producir un rayo radioeléctrico mortífero. La respuesta fue negativa pero hacía algunas observaciones sobre la posibilidad de intentar la localización de aviones enemigos mediante la radioelectricidad. Los trabajos se desarrollaron con gran secreto y eficacia, gastando millones de libras en lo que se llamó Radio Detection and Ranging abreviadamente «radar», ya disponible en 1939 al comenzar la contienda, y que permitió a Inglaterra detectar la presencia de aviones enemigos a alturas de hasta 3.000 metros y distancias de hasta 160 km, lo que resultó decisivo para frustrar cualquier intento de invasión por mar o aire.

El radar siguió perfeccionándose durante la guerra y finalizada la misma, y con la invención del magnetrón en 1940 y del Klystron posteriormente, se obtenían alcances cada vez mayores



en bandas de frecuencias más y más altas. En la actualidad no existe buque ni aeronave importante que no haga uso del radar para aumentar su campo de visión en la niebla o entre nubes, a fin de localizar obstáculos invisibles o ayudarse en las maniobras de ataque o aterrizaje sin visibilidad. También se utiliza por los ejércitos con fines ofensivos para guiar misiles y apuntar objetivos móviles, dirigiendo las baterías antiaéreas al punto exacto donde deben encontrar el blanco, una vez calculada su trayectoria y velocidad, e incluso

siguiéndole desde el propio misil o cohete, anulando cualquier maniobra elusiva. Por supuesto, no sólo fue el radar el que registró un amplio impulso con la guerra mundial, sino que fueron todos los sistemas de radionavegación y radiocomunicación y las técnicas asociadas las que experimentaron ese desarrollo, que se aplicó después al campo civil. Así ocurrió por ejemplo con el Loran, para la determinación de posiciones de buques o aeronaves, la encriptación de los mensajes y comunicaciones, o la presentación gráfica de imágenes sobre pantallas de rayos catódicos. En este sentido hay un paralelismo entre la radiodifusión sonora al finalizar la Primera Guerra Mundial, y la de la televisión después de la Segunda.

Nuestro país, que afortunadamente no participó en ninguna de las dos guerras mundiales, siguió atentamente el desarrollo tecnológico derivado de las mismas, tomando oportuna nota de los avances registrados en el campo de las telecomunicaciones. En 1904 se había creado el Centro Electrotécnico de Ingenieros, que organizó la Escuela Central de Telegrafía y el Parque Central de Telégrafos. En 1929 se organizó el Establecimiento Industrial de Ingenieros, con departamentos en Madrid, Guadalajara y Carabanchel Alto (Madrid) y en 1931 se estableció el Centro de Transmisiones del Ejército de Tierra. De los talleres y laboratorio del antiguo Centro Electrotécnico salieron las primeras radios de mochila utilizadas por las unidades de transmisiones, una de las cuales resultó el único medio de enlace de los defensores del Alcázar de Toledo en los primeros meses de la Guerra Civil española. En 1940 se creó la Jefatura de Transmisiones, dependiente del Estado Mayor del Ejército, reconociendo así la importancia que habían tenido las comunicaciones militares durante la Guerra Civil.

Las contribuciones directas o indirectas del ramo militar a las telecomunicaciones no se han detenido en los últimos tiempos, tanto durante la llamada «guerra fría», en la que se desarrollaron las redes de alerta remota y control del espacio aéreo, además de los misiles balísticos y antimisiles, —recuérdese la «guerra de las galaxias» en tiempos del presidente Reagan—, los satélites espías, los sistemas de posicionamiento por satélite (GPS) o la radiocomunicación por saltos de frecuencia, las comunicaciones submarinas, etc., como posteriormente cuando parecen descartadas confrontaciones a gran escala e incluso amenazas de conflicto nuclear que

En Francia, en el cruce de dos caminos en el bosque de Argonne, esta importante central aseguraba los enlaces entre los regimientos y el cuartel general de la división y entre este último y el cuartel general del cuerpo de ejército (1918). (Fuente: UIT, 1965)

podrían dar al traste con las telecomunicaciones convencionales por efecto del «impulso electromagnético» que arruinaría todos los dispositivos de microelectrónica no protegidos ante una deflagración nuclear a baja cota.

Afortunadamente hoy se habla más de Defensa Nacional que de guerra. Aquélla no se basa simplemente en la potencialidad de los ejércitos sino que se define como *«la disposición y acción coordinada de todas las energías y fuerzas morales de la Nación ante cualquier forma de agresión»*, lo que requiere una extensa coordinación de recursos entre los que la propia Ley Orgánica 6/1980, que regula la materia en España, incluye las Telecomunicaciones. Con la amenaza terrorista actual, habría que incluir los «sistemas de información», que ayudarán a prevenir esta amenaza, si se utilizan adecuadamente.

La propia Organización del Tratado del Atlántico Norte, OTAN, de la que España es miembro, contempla, además de las redes de comunicaciones militares, tanto estratégicas como tácticas, aquellas con condiciones de protección y supervivencia muy especiales, la atención debida a las comunicaciones y sistemas de información para la consulta política, el control de crisis y la defensa civil, necesarias para el mantenimiento de la paz y la estabilidad social.

El Ministerio de Defensa español ha desarrollado en los últimos años, y con mayor vigor desde la incorporación de España a la OTAN, un Sistema Conjunto de Telecomunicaciones Militares (SCTM), que proporciona medios de telecomunicación y acceso a los sistemas de información disponibles, para el mando y control militar, mediante redes fijas constituidas por cables de pares o de fibras ópticas, y radioenlaces que enlazan todos los cuarteles generales y subordinados, así como las Unidades de los tres ejércitos, Tierra, Mar y Aire, así como sistemas tácticos para su despliegue en operaciones y ejercicios. También cuenta con un Sector Espacial en el sistema de satélites HISPASAT, con antenas orientables que le permiten la cobertura ocasional de zonas fuera de área.

Por su parte, la Jefatura de Telecomunicaciones de la Defensa, creada en 1986, implantó la red de mando y control ministerial con medios propios, del SCTM y arrendados a distintos operadores para conseguir una redundancia adecuada, que sirven al aparato administrativo y asistencial del Departamento, enlazando también mediante sistemas cifrados las representaciones militares en el extranjero. El carácter reservado de estas redes no permite mayores informaciones sobre la materia.

## La guerra electrónica

Finalmente, dedicaremos unos párrafos a un aspecto de la relación entre las telecomunicaciones y los ejércitos, que a pesar de su formulación aparentemente amenazadora, no deja de ser una vertiente más, con sus matices positivos y negativos, de la contribución de las técnicas de telecomunicación al «progreso» de la humanidad, o dicho más eufemísticamente, a la atención de las necesidades de la Defensa.

Como se ha comentado anteriormente, ya en la Primera Guerra Mundial las radiocomunicaciones jugaron un papel importante al mejorar las posibilidades de comunicación entre los puestos de mando y las unidades avanzadas, entre los buques y aeronaves y a través de la interceptación de las comunicaciones del enemigo o su perturbación en beneficio propio.

Pero fue durante la Segunda Guerra Mundial cuando se acuñó el término de «guerra electrónica», referido a las medidas y contramedidas adoptadas por los ejércitos para obtener beneficios de las aplicaciones de la electrónica en el campo de batalla y en la retaguardia a las distintas facetas de la guerra. En forma semejante a la pugna entre el cañón y la coraza, a cada medida adoptada se opusieron seguidamente las contramedidas correspondientes, y a estas últimas las contra-contramedidas que se fueron desarrollando.

Si la utilización del radar sirvió, como se ha dicho, para detectar e impedir la intrusión de buques o aeronaves enemigas, ya desde 1940 se generalizó la interferencia de los radares y ayudas a la navegación del adversario, con emisiones perturbadoras en sus mismas frecuencias para intentar neutralizarlos. En vista de ello, se utilizaban unas frecuencias permanentes, y, por lo tanto, conocidas por el enemigo, para la vigilancia constante del espacio aéreo o marítimo,

mientras que otras frecuencias disponibles, pero secretas, se utilizaban solamente en el combate, para no dar tiempo al enemigo a localizar su origen ni conocer su frecuencia para contrarrestarlas.

En 1943 las fuerzas aliadas utilizaron por primera vez, durante el bombardeo de Hamburgo, señuelos metálicos constituidos por tiras metálicas que arrojaban los bombarderos para saturar los radares alemanes con falsos ecos que impedían su localización efectiva. Esto era una contramedida antirradar. La contra-contramedida sucesiva fue la utilización de radares de efecto Doppler, capaces de discriminar entre los ecos procedentes de blancos móviles —los bombarderos en vuelo— y blancos fijos o casi fijos —las tiras metálicas o de papel metalizado lanzadas desde los aviones—. En la guerra de Vietnam, algunos años después, estas tiras metálicas eran ya de longitud variable, adaptada a la frecuencia de los radares enemigos, para conseguir la máxima eficacia.

Pronto los radares pudieron situarse a bordo de las aeronaves de caza y bombardeo para identificar los aviones propios o enemigos, desarrollando dispositivos de respuesta automática a su «iluminación» por radares fijos o móviles.

Mediante potentes ordenadores era posible calcular la trayectoria y velocidad del blanco móvil enemigo, y dirigir la artillería propia hacia la posición que habría de ocupar el blanco en el momento del impacto. También se desarrollaron radares insensibles a las interferencias para el guiado de misiles o proyectiles guiados hacia objetivos productores de radiofrecuencias, como los emisores de cualquier tipo o los propios radares enemigos. En la guerra árabe-israelí de 1973 se emplearon interceptores antirradar que emitían ondas iguales a las del radar a neutralizar, para que éste no pudiera reconocer el eco de sus propias señales, anulando así su eficacia.

Otro campo de aplicación del espectro electromagnético fue el desarrollo de proyectiles guiados por rayos infrarrojos para alcanzar los aviones o carros de combate enemigos a través de sus elementos calientes: los motores de explosión o combustión; aunque también aquí aparecieron señuelos infrarrojos contra proyectiles autoguiados. Y naturalmente misiles contracarro dotados de sensores infrarrojos antiseñuelo, como el *Milán 3* de 1996.

La radiogoniometría, para localización de emisiones radioeléctricas de cualquier tipo, también experimentó grandes avances, desde la inicial utilización de antenas orientables de cuadro móvil, hasta las antenas Watson-Watt sin elementos móviles o las modernas antenas de apertura sintética. En estos casos la contramedida usual era la transmisión durante periodos muy cortos, a veces ráfagas de cortísima duración para no dar tiempo a que el enemigo controlase la frecuencia utilizada ni la localización del emisor, y por supuesto con mensajes encriptados, mediante algoritmos cada vez más potentes, para que ni siquiera con las ayudas informáticas más capaces pudieran ser descifrados en tiempo útil.

En la actualidad, y como contramedida activa muy generalizada, se emplean las *técnicas de banda ensanchada*, es decir, las emisiones con salto de frecuencia (*frequency hopping*) en las que se cambia la frecuencia cientos o miles de veces por segundo en forma convenida con el receptor, de tal forma que se favorece su protección contra el ruido eléctrico, y su interceptación resulta especialmente difícil, incluso en comunicaciones prolongadas en el tiempo.

Todos los ejércitos modernos cuentan con unidades de guerra electrónica, atentos a los desarrollos propios y ajenos en la materia, que incluyen siempre el propósito de proteger las comunicaciones propias e interceptar las del enemigo, inutilizándolas cuando resulte adecuado.

Naturalmente no era ése el propósito de los pioneros de la telecomunicación en sus albores, ni lo fue el de los ingenieros de telecomunicación años después. Pero la naturaleza humana es lo que es, y no resulta posible sustraer a aplicaciones negativas los descubrimientos y avances que en principio parecerían destinados al progreso y bienestar de los pueblos. Y menos mal que las telecomunicaciones son ajenas a ese terrible trinomio representado por las siglas NBQ —Nuclear, Bacteriológica, Química— que parecen concentrar las mayores amenazas de destrucción masiva que enfrenta la humanidad en el presente.

La «guerra de las ondas» que tuvo lugar durante la contienda civil española, y que consistía en la difusión a través de las emisoras de radiodifusión, de informaciones falsas o tendenciosas



Transmisor de cinta CREED. Aparato auxiliar en redes telegráficas permanentes entre capitánías y mandos del ejército



Perforador de cinta morse SIEMENS. Equipo auxiliar de transmisión morse en redes permanentes

por ambos bandos, destinadas a magnificar los éxitos reales o ficticios propios, y celebrar o inventar los fracasos enemigos, fue un juego de niños comparado con los propósitos y resultados de las guerras posteriores, no pudiendo quedar comprendida dentro de lo que después se ha llamado guerra electrónica. Parecidos métodos se emplearon también durante la llamada «guerra fría» entre Oriente y Occidente, con emisiones de radiodifusión en idiomas extranjeros, tanto desde el Este como del Oeste, ponderando las maravillas del campo propio y animando la subversión en el adversario. El ejemplo de Radio España Independiente, que transmitió en onda corta desde Praga o Bucarest durante muchos años, y que despertaba la curiosidad de algunos radioescuchas clandestinos y la esperanza de ciertos nostálgicos, se recuerdan hoy por los mayores como un episodio casi romántico de la guerra de las ondas, que tal vez inventaron Queipo de Llano y Dolores Ibárruri en 1936, y cuya primera contramedida fue la vigilancia policial o la incautación de los radiorreceptores particulares.

## Bibliografía

- Arcángelis Mario de (1983). *Historia de la guerra electrónica*. San Martín.
- Olivé, Sebastián; Martínez, Gaspar; Navarro, Pedro; Crespo, M.<sup>a</sup> Victoria; Muñoz, Baltasar y Estefanía, Yolanda. (2005). *150 Aniversario del telégrafo en España*. Correos.
- Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Transmisiones, PCMMT, (2003). *Exposición tecnológica de los medios de transmisión tácticos*. PCMMT. Madrid.
- Revista de Telégrafos*. (Años 1861-1884)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, (1965). *Del Semáforo al Satélite*.



Las telecomunicaciones han jugado un papel fundamental en el desarrollo de las empresas eléctricas desde su comienzo. Esto ha hecho que se hayan desarrollado las redes y los servicios necesarios y que se haya liderado en ocasiones el desarrollo de equipos y normativa aplicable al sector eléctrico

Grandes organizaciones que prestan servicios públicos y que gestionan en autoprestación sus propias redes de telecomunicación

# Las telecomunicaciones y las empresas eléctricas en España

Pedro Blanco González  
José Manuel Huidobro Moya



Máquina Gramme, utilizada a finales del siglo XIX para generar electricidad. El científico belga Zénobe-Théophile Gramme (1826-1901) construyó la primera máquina de corriente continua: la *dinamo*, punto de partida de la nueva industria eléctrica. En 1870 patentó la teoría de la máquina magneto-eléctrica para producir corriente continua. La *dinamo* es una máquina destinada a transformar la energía mecánica en energía eléctrica, por inducción electromagnética, debida a la rotación de cuerpos conductores en un campo magnético

## Los inicios de la actividad eléctrica en el último cuarto del siglo XIX

La primera referencia de la aplicación práctica de la electricidad en España data del año 1852 en el que el farmacéutico Domenech, en Barcelona, es capaz de iluminar su botica empleando un «método de su invención». Ese mismo año en Madrid se hacen pruebas de iluminación empleando una «pila galvánica» en la plaza de la Armería y en el Congreso de los Diputados.

Pero con independencia de estas pruebas aisladas, se puede decir que en España el desarrollo de la energía eléctrica comienza en el último cuarto del siglo XIX. En 1873 la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona importa una pequeña dinamo y en 1875 adquiere una máquina *Gramme* para generar energía eléctrica. Ese mismo año y ante el rey D. Alfonso XII se realiza con este último equipo una demostración de iluminación mediante arcos voltaicos. La máquina, que se instaló en la fragata *Victoria*, anclada en aguas de Barcelona, era accionada por medio de su máquina de vapor y logró iluminar las Ramblas, la Boquería, el castillo de Montjuic y parte de los altos de Gracia. El éxito de la prueba significó el inicio de la electrificación industrial en España, que se utilizó básicamente para proporcionar iluminación y energía electromotriz.

El descubrimiento de la lámpara incandescente por Thomas Edison en 1879 acelera el uso de la energía eléctrica en España. El invento llega pocos años después a nuestro país, y se iluminan, por primera vez, con bombillas la Puerta del Sol y los jardines del Buen Retiro en Madrid en 1881, y la Plaza de la Constitución en Valencia y el Puerto del Abra en Bilbao en 1883. La magnífica acogida que tienen estos hechos impulsan a diversos industriales e inversores a acometer la construcción de centrales de generación para producir la electricidad necesaria.

En el año 1890 se crea en Madrid la Compañía General Madrileña para construir una central eléctrica que permita el alumbrado público en la capital. Un año más tarde se funda con el mismo objetivo la Sociedad Española de Electricidad en Barcelona en la que intervienen Dalmau y el ingeniero Narciso Xifré, que es absorbida por Compañía Barcelona de Electricidad, creada en 1984. Ese mismo año se funda la Compañía Sevillana de Electricidad con fines idénticos a las anteriores.

El desarrollo de las aplicaciones eléctricas cobra tal impulso que en 1885 se publica un primer Decreto que ordena las instalaciones eléctricas. Este acelerado desarrollo de la industria eléctrica da pie a la creación de nuevas empresas en las últimas dos décadas del siglo XIX, algunas de las cuales después de múltiples compras y fusiones existen todavía en la actualidad.



Hasta finales del siglo XIX la electricidad se utiliza fundamentalmente para el alumbrado público y la tracción y el desarrollo eléctrico tropieza con una importante dificultad: la electricidad se genera en forma de corriente continua y no es posible su transporte a larga distancia. En consecuencia, el emplazamiento de las centrales construidas en el siglo XIX está fuertemente condicionado por la proximidad de un centro de consumo. Este hecho, que no tiene excesiva importancia en el caso de los grupos térmicos (turbinas generadoras de electricidad movidas por el vapor generado por energía térmica, proveniente de la combustión del carbón, fuel, gas natural, etc.), resulta trascendente para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que sólo pueden ser aprovechados aquellos que se encuentran próximos a centros de consumo, aunque también se da la circunstancia de que el emplazamiento de los recursos hidráulicos determina, en ocasiones, la localización de algunas industrias. Por ello, las centrales de generación se sitúan muy cerca de las ciudades, al no haberse desarrollado todavía los transformadores de tensión de potencia a voltajes elevados y no poderse transportar la energía eléctrica.

## Las comunicaciones en el primer cuarto del siglo XX

Es a comienzos del siglo XX cuando ya se dispone de los transformadores de tensión, lo que permite producir energía a grandes distancias de los centros de consumo, y, por lo tanto, cuando se proyectan los aprovechamientos hidráulicos de gran parte de los ríos españoles. Debido a la tecnología existente y a la dificultad para construir grandes presas, las centrales constan en esta época de tres elementos: una presa, que se sitúa «aguas arriba» de la central; un canal que sirve para llevar agua desde la presa hasta el depósito de carga de la central y unas turbinas hasta las que se lleva agua a través de una tubería forzada. En su mayor parte son centrales alejadas de los centros de consumo. La potencia eléctrica se obtiene por diferencia de alturas, por lo que son centrales con una potencia de decenas de megavatios.

A partir de aquí es cuando se crean las empresas que dan lugar al actual panorama eléctrico. Así, Hidroeléctrica Ibérica nace en 1901<sup>1</sup>, siendo su creador y Director Gerente Juan de Urrutia y Zulueta, uno de los empresarios que impulsa el negocio eléctrico en España.

En Madrid ve la luz el 13 de mayo de 1907 Hidroeléctrica Española<sup>2</sup>, que se crea con el objetivo inicial de abastecer los mercados de Madrid y Valencia mediante el aprovechamiento de los ríos Júcar y Mijares, siendo su principal impulsor Lucas de Urquijo, apoyado por Juan de Urrutia y contando con el respaldo del Banco de Vizcaya. Hidroeléctrica Española se convertiría en Iberdrola tras la fusión, capitaneada por Iñigo Oriol e Ybarra en el año 1992, con la eléctrica Iberduero, resultante de la fusión de Saltos del Duero e Hidroeléctrica Ibérica el 30 de septiembre de 1944. El aprovechamiento integral de la cuenca del Duero, una operación que ya estaba diseñada perfectamente en los años cuarenta, sirvió de modelo a seguir para el desarrollo del resto de las cuencas peninsulares.

Unión Eléctrica Madrileña, germen de la actual Unión Eléctrica-Fenosa, fue el resultado de la fusión en 1912 de la Compañía General Madrileña de Electricidad, la Sociedad de Gasificación Industrial y el Salto de Bolarque.

En 1910 ve la luz la nueva sociedad Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ), que junto con Hidroeléctrica del Cantábrico, que nace en 1919 como empresa dedicada a la producción, transporte, transformación y distribución de energía eléctrica<sup>3</sup> en Asturias y zona norte de España, regiones también cubiertas por Electra de Viesgo, que operó desde sus orígenes, 1906, en Cantabria, empiezan a conformar el mapa eléctrico español.

<sup>1</sup> Esta compañía se fundó en Bilbao el 19 de julio de 1901, ante el notario Isidro de Erquiaga, con un capital de 20 millones de pesetas (Muriel Hernández en *Cien años de historia de Iberdrola: los Hombres*).

<sup>2</sup> Extraído de Muriel Hernández en *Cien años de historia de Iberdrola: los Hombres*.

<sup>3</sup> Hoy en día, es una empresa diversificada presente en otras áreas del panorama energético como el gas y el segmento de las energías renovables y en otros negocios estratégicos como el de las telecomunicaciones. En la actualidad tiene plantas de generación de energía en Asturias, Navarra y Guadalajara.



Teléfono de magneto usado por los operarios de las compañías eléctricas en la zona de Castellón. La manivela permitía generar su propia corriente y enviar la señal a la central



Teléfono de magneto de principios del siglo XX. La corriente de llamada se generaba mediante la actuación de la persona sobre el magneto que incorporaba. Este tipo de teléfono acabó siendo reemplazado por el teléfono de disco que, de acuerdo con la amplitud de giro, generaba una serie de pulsos eléctricos (por cortes de la línea) que a su vez representaban uno de los 10 dígitos, del 0 al 9

Pero además del nacimiento de nuevas empresas, en esta etapa se produce un hecho importante: la declaración del suministro de electricidad como servicio público, que se establece con la promulgación de un Real Decreto Ley en el año 1924, que amplía las competencias de la Administración para una mayor intervención en la industria eléctrica<sup>4</sup>. A partir de esta declaración de servicio público, las Administraciones Públicas pueden exigir ya la obligatoriedad y regularidad del suministro eléctrico, al mismo tiempo que pueden fijar las tarifas máximas del consumo, lo que obliga a las empresas suministradoras de fluido eléctrico a tener un mayor control sobre las líneas eléctricas.

El transporte de energía eléctrica mediante líneas de alta tensión desde los centros de generación hidráulicos hasta los centros de consumo obliga a la vigilancia periódica de dichas líneas y es cuando surge la necesidad de utilizar las telecomunicaciones en estas empresas. Para vigilar el suministro eléctrico se dispone de casetas con vigilantes a lo largo de la línea y, en paralelo, se instalan líneas físicas de telecomunicación, sobre postes de madera, utilizadas mediante teléfonos de magneto para informar del estado de la línea.

Este mismo medio de comunicación se utiliza para hablar con los cuadros de control de las centrales y para dar las órdenes de regular, subir o bajar la potencia generada.

Las empresas eléctricas se ven obligadas a desarrollar estas primeras redes de comunicaciones debido a que las líneas y centros de generación se encuentran en zonas de orografía de difícil acceso y al escaso grado de desarrollo de las telecomunicaciones en nuestro país en esta época.

## Las comunicaciones hasta mediados del siglo XX

En los años veinte del siglo pasado comienzan a desarrollarse en España las grandes centrales hidráulicas de las cuencas del Duero, Tajo y Sil. Los proyectos contemplan el aprovechamiento integral de la cuenca y la construcción de grandes presas. La producción y la demanda de energía aumentan considerablemente, siendo necesario disponer de comunicaciones que permitan tanto el control del sistema como el aislamiento de las líneas eléctricas, cuando se produce un fallo en las mismas para evitar inconvenientes mayores. Para ello es necesario transmitir órdenes entre los extremos de la línea y controlar los «interruptores de cabecera» de éstas, que se utilizan para la protección.

Los años treinta y cuarenta son especialmente duros para las empresas hidroeléctricas. Al estallar la Guerra Civil, el desarrollo hidroeléctrico se ve prácticamente paralizado, y en los años siguientes la situación sigue empeorando. La Primera Guerra Mundial, por una parte, y el aislamiento internacional de España, por otra, dejan a la energía hidroeléctrica española sin medios para subsistir.

Para hacer frente a las difíciles circunstancias por las que atraviesa el abastecimiento eléctrico español en esta época y con el propósito de coordinar la producción y el transporte de la energía eléctrica, dieciocho empresas eléctricas españolas se unen para fundar el 3 de agosto de 1944 UNESA (Unidad Eléctrica, S.A.), convertida en Asociación Española de la Industria Eléctrica, tras la entrada en vigor el 1 de enero de 1998 de la vigente Ley del Sector Eléctrico 54/1997. De esta forma, una vez finalizada la guerra y superados los problemas para la importación de tecnología, Hidroeléctrica Española, Iberduero, Unión Eléctrica-Fenosa y Endesa proceden a la construcción de grandes centrales térmicas.

Hasta la década de los años cincuenta, el núcleo fundamental de las redes de comunicaciones de las empresas eléctricas lo siguen constituyendo las líneas físicas. Sin embargo, pocos años antes se introduce un sistema de comunicaciones que será la espina dorsal de las comunicaciones en las empresas eléctricas durante muchos años: la transmisión por onda portadora.

Este sistema utiliza las líneas eléctricas como medio portador, superponiendo a la frecuencia eléctrica de 50 Hz una señal de alta frecuencia 40-500 kHz, que permite transmitir una banda de frecuencias entre 0 y 4 kHz. Para conseguir esta forma de transmisión se realiza un acoplamiento a la línea eléctrica mediante un condensador de acoplamiento y una bobina de

<sup>4</sup> Las regulaciones administrativas hasta entonces se habían limitado a velar por la seguridad de las instalaciones.

bloqueo, sintonizada a la frecuencia de trabajo. En la práctica, el canal de 4 kHz se divide entre uno de 0-2 kHz para uso vocal de órdenes; otro de 2-3,6 kHz para transmisión de datos y un tercero de 3,6-4 kHz para protección de las líneas eléctricas.

En los primeros equipos se utilizan esquemas de modulación de doble banda lateral<sup>5</sup>, como el que utiliza en la década de los cincuenta Iberduero entre Bilbao y las centrales hidráulicas del Esla.

Esta misma tecnología se utiliza para transmitir sólo las señales de protección de las líneas eléctricas, dando lugar a los equipos de teleprotección y telebloqueo. En los años cincuenta algunas compañías hidroeléctricas ya introducen teleprotecciones por comparación de fase en líneas de 132 kV transmitidas por onda portadora, fabricadas por la empresa English Electric, que se basan en un tono, modulado por los 50 Hz de la red eléctrica, transmitido a distancia. En el terminal remoto se compara en fase la señal transmitida con la local de 50 Hz y una «falta» o incidencia en la línea, como pueda ser la puesta a tierra de una fase, produce un desfase entre las señales, permitiendo la apertura de los interruptores de cabecera de la línea, lo que permite solucionar la incidencia.

Hay que destacar que este mismo tipo de protección se utilizará posteriormente en las líneas de 400 kV, como ocurrió con la línea de evacuación de la producción de la Central Térmica de Escobreras, en 1962.

También en los años cincuenta se empiezan a utilizar en las líneas de 220 kV las teleprotecciones de General Electric, conocidas como *telebloques*, que miden la impedancia de la línea eléctrica, para conocer si la «falta» se ha producido dentro de la línea o en las subestaciones. En el caso de que se haya producido fuera de la línea, se envía una orden a distancia que impide la apertura de los interruptores de cabecera de dicha línea, a través de las protecciones locales de la estación transformadora.

Los fabricantes más importantes de los equipos de onda portadora y teleprotección son Brown Boveri y General Electric, si bien en España merecen especial mención los equipos diseñados y producidos de forma casi artesanal por el Laboratorio Electrónico Vives, en Barcelona, ampliamente utilizados por todas las empresas españolas hasta los años sesenta, con tecnología de válvulas, inicialmente, y de válvulas y transistores, en su última etapa. Posteriormente la empresa DIMAT obtiene los derechos sobre estos equipos, dando lugar al desarrollo de los equipos DV20 y DV5, que fueron la base de las redes de comunicaciones eléctricas hasta finales de los años ochenta y que continúan su funcionamiento en algunas líneas en la actualidad.

Ya en este periodo se empiezan a introducir los primeros radioenlaces punto a punto en frecuencias de UHF con capacidad de seis canales, como ocurre con el radioenlace situado entre las oficinas de Iberdrola Hidroeléctrica Española en la calle Hermosilla de Madrid y la estación transformadora de Villaverde también en Madrid.

## Los despachos centrales de control de la energía. El desarrollo de las redes troncales de radioenlaces

Durante la década de los años cincuenta, y fundamentalmente de los sesenta, del siglo XX, las empresas hidroeléctricas acometen un enorme esfuerzo para aprovechar al máximo el potencial hidroeléctrico de los ríos españoles. Así, la década de los sesenta conoce un gran desarrollo de la producción de origen térmico de fuel con el que se atendió el importante desarrollo industrial español. Pero a partir de entonces, la subida del precio del petróleo en mayo del año 1973, y la dura crisis energética que este hecho origina, abren las puertas a la introducción de la energía nuclear.

En la actualidad las energías renovables, entre ellas la eólica y la solar, están empezando a tomar un gran protagonismo en la generación eléctrica, con el enfoque conocido como generación distribuida.

Durante esta época de finales de los años sesenta y principios de los setenta, el sistema eléctrico se hace más complejo, demandando un mayor control del mismo, y dando lugar al desarrollo de los *Despachos Centrales de control de la energía*, unos centros de control en los que se



Bobina de bloqueo y transformado. Estos elementos se utilizan para acoplar la señal de alta frecuencia (ondas portadoras) a la línea eléctrica

<sup>5</sup> Los equipos actuales son de banda lateral única.

(Izquierda) Presa de Saucelle  
vertiendo

(Derecha) Sala de alternadores  
de Saucelle



regula la producción y la distribución de energía en función de la demanda e incidencias en la red, con el fin de asegurar el suministro en tiempo real ante el cambio de la demanda y ante posibles incidencias en las centrales de producción, así como en las redes de transporte de energía eléctrica asociadas. Estos primeros *despachos* demandaban comunicaciones de voz con diversos centros para la transmisión de órdenes y algunas telemidas de producción y transporte.

Así, en los años sesenta Hidroeléctrica Española contaba con un sistema de medidas cíclicas de Brown Bovbery, sobre ondas portadoras, para las interconexiones con otras empresas eléctricas. En la misma época, Iberduero disponía de un sistema equivalente, punto a punto, de General Electric, que a su vez controlaba la interconexión con Francia, y realizaba la regulación de potencia de la España peninsular a través de un enlace por onda portadora con la Central Hidráulica de Saucelle (Salamanca).

Con el desarrollo de los ordenadores, este proceso se automatiza mediante el uso de *unidades remotas de adquisición de datos y control en campo* (RTU). Las comunicaciones entre las RTU y el ordenador central se realizan mediante enlaces de datos a 600 y 1.200 bit/s, con una estructura principalmente en anillo, protocolo asíncrono y acceso secuencial a cada RTU, permitiendo la compartición de un mismo canal. Este esquema permitía una alta disponibilidad de las comunicaciones ante las caídas de algunos de los enlaces.

A modo de ejemplo, se puede citar que Hidroeléctrica Española instala su despacho de explotación eléctrico en Madrid en el complejo Melancólicos, en 1975, con equipos de la compañía americana TRW, empresa fabricante de diferentes equipos electrónicos, en la que destacaba su división de sistemas de control. Como curiosidad, estos ordenadores de control para los sistemas de energía se derivaban de los ordenadores que TRW había fabricado para controlar los viajes a la Luna de la NASA y que posteriormente fueron adquiridos por Ferranti.

La solución de telecomunicaciones adoptada permite cumplir con una exigencia clave de estos *despachos*. Para las medidas más críticas la información recogida en el campo se tiene en los ordenadores entre 1 y 2 segundos después de su adquisición. Este requisito permite que el control para los programas de gestión de la demanda de la energía puedan predecir con la antelación suficiente dicha demanda, y con ello mandar de forma automática las órdenes de subir o bajar potencia a los grupos de regulación de la generación, permitiendo que el sistema eléctrico permanezca estable. Se puede decir, sin miedo a confundirse, que sin la ayuda de las telecomunicaciones sería imposible mantener estable el sistema eléctrico; de ahí su papel clave en el buen funcionamiento del mismo.

La demanda creciente de estos nuevos canales obliga al desarrollo de sistemas de transmisión que permitan cubrir dichas exigencias. La solución adoptada es el desarrollo de redes troncales de radioenlaces analógicos con capacidad de hasta 300 canales, y ramales de hasta 120 canales, principalmente en las bandas de 7 y 8 GHz, siendo la mayoría de ellos suministrados por la compañía americana GTE (General Telephone and Electronics Corporation), fundada en 1918 y fabricante de equipos de telecomunicaciones, principalmente radioenlaces y múltiples, que fue adquirida por Siemens a finales de la década de los años ochenta. Para el desarrollo de la infraestructura necesaria, se implantan un gran número de repetidores en zonas de montaña, lo que obliga a la mejora de caminos, no siendo tarea nada fácil la construcción de las casetas, redes de tierra, torres para antenas y las alimentaciones eléctricas necesarias en esas zonas de difícil acceso.



Esta red de radioenlaces se complementa en la misma época con la instalación de numerosos enlaces de onda portadora, que se utilizan como red de acceso final a las instalaciones eléctricas. Sin su uso no hubiese sido posible el desarrollo de los *despachos*, al ser materialmente imposible llegar a cada instalación importante a través de radioenlaces.

En 1978, se pone en funcionamiento la red troncal entre Madrid, Valencia, Castellón, Alicante y Cartagena. En fechas algo posteriores se pone en funcionamiento el anillo del País Vasco, y en 1980 se terminan los enlaces del País Vasco y de las centrales de Saltos del Sil con Madrid, quedando conformadas las primeras grandes redes troncales de radioenlaces de las empresas eléctricas.

Dichas redes siguen su desarrollo hasta bien entrada la década de los años ochenta

del siglo XX, construyéndose algunas de ellas ya con tecnología digital. Así, en 1988, Hidroeléctrica Española finaliza el *radioenlace del Tajo*, conocido con este nombre por comunicar los grandes centros de producción hidráulica del Tajo con Madrid, que cuenta con segregaciones a la Central Nuclear de Almaraz (Cáceres) y con conexión a la Compañía Sevillana de Electricidad, a través de la Central Nuclear de Valdecaballeros (Badajoz). La capacidad de este radioenlace es de 8 Mbit/s entre Majadahonda (Madrid) y el Repetidor de Miravete (Cáceres) y de enlaces de 2x2 Mbit/s entre Miravete, Cedillo (Cáceres), Central Nuclear de Almaraz y Valdecaballeros, permitiendo a la Compañía Sevilla de Electricidad disponer de una trama de 2 Mbit/s entre Almaraz y Madrid.

En los años noventa del siglo pasado, la mayoría de estos radioenlaces se reemplazan con equipos digitales de capacidades de 2x34 Mbit/s. Con el desarrollo de las redes troncales de fibra óptica, estos radioenlaces pasan a jugar un papel fundamental en los procesos de automatización de la distribución eléctrica.

En paralelo con el desarrollo de los despachos centrales de control de la energía, se desarrollan telemandos locales para ayudar a la explotación de los centros de producción eléctrica, la mayoría de ellos asociados a las centrales hidráulicas: presas y aforadores.

Las soluciones de telecomunicaciones desarrolladas para el uso de dichos telemandos se caracterizan por su corto alcance, unas pocas decenas de kilómetros, siendo de muy diversa índole. Así, se han utilizado cables multipares sobre postes de madera, radioenlaces monocanales en VHF y UHF y enlaces de Onda Portadora.

Las redes troncales de radioenlaces permitieron simultáneamente garantizar otra necesidad básica de los despachos: las comunicaciones vocales con las grandes instalaciones y centros de mando. Hasta entonces, se habían utilizado enlaces *cabeza-cola* (línea telefónica directa entre los dos puntos que se tienen que comunicar, de manera instantánea, para el envío de comunicaciones, básicamente, en caso de emergencia) con las diferentes instalaciones, soportados sobre equipos de Onda Portadora o cable y a través de centralitas manuales. Sin embargo, con las redes troncales, ya es posible desarrollar una red privada de conmutación de voz. Así, en 1975, Hidroeléctrica Española desarrolla una red interna de conmutación de voz automática basada en centrales AT de Siemens, con un plan de numeración a tres cifras y enlaces con señalización E&M entre los nodos, un sistema de transmisión de voz que emplea diferentes caminos para la señalización y la voz —la M (*mouth*, boca) transmite señales hacia el extremo remoto del circuito, mientras que la E (*ear*, oído) recibe las señales entrantes—. Dicha red se interconecta

Repetidor de microondas de Morata (Madrid). Mediante radioenlaces se pueden cubrir grandes distancias, consiguiendo el envío de datos a gran velocidad. Para aumentar ese alcance se utilizan repetidores, que regeneran la señal y la vuelven a transmitir, consiguiendo así duplicar la distancia con cada uno de ellos y enlazar puntos sin visibilidad directa entre ellos

con las centrales de las grandes oficinas, para permitir las comunicaciones entre las oficinas y los grandes centros eléctricos. En la década de los años setenta se instala otra red semejante en Iberduero y, a principios de los ochenta, en otras muchas empresas eléctricas.

## Los despachos de distribución eléctrica. Las redes móviles

Tras la consolidación de los despachos de centrales de control de la energía, las empresas eléctricas se enfrentan con el control de las redes de distribución eléctrica, y con el gran desarrollo producido durante los años sesenta y setenta, como consecuencia del desarrollo económico e industrial del país. Dichas redes están basadas en las líneas de tensiones iguales o inferiores a 132 kV y en sus centros de transformación asociados, y su diseño se caracteriza por el elevado número de instalaciones a controlar. Hasta la implantación de los despachos de distribución con telemando de las instalaciones, todas las maniobras en los centros de transformación se realizaban de forma manual y enviando una brigada ex profeso para cada trabajo.

A principios de los años cincuenta se comienzan a desplegar las primeras emisoras de radio a bordo de vehículos que permiten dirigir a distancia las brigadas de campo desde un puesto central. Se caracterizan por depender de una estación base y por utilizar frecuencias en VHF, en 40 y 80 MHz.

Dada la situación de las redes de telecomunicaciones públicas en España, las empresas eléctricas no disponen de otras herramientas para comunicar con sus brigadas de maniobras y resolver las averías en campo que las redes móviles, propiciándose un gran desarrollo de las mismas, en paralelo con el desarrollo del transistor, que las hace mucho más asequibles.

A lo largo de la década de los setenta, las redes de móviles se hacen más complejas, alcanzando el nivel provincial o regional, en el que se desenvuelven los despachos de distribución, y disponiendo ya en cada red de varios repetidores, varias bases y decenas de móviles.

Las bandas de frecuencias utilizadas por cada empresa son diferentes, dependiendo de la disponibilidad del espectro en cada zona de uso. Así, Hidroeléctrica Española consigue utilizar en todo su territorio seis parejas de frecuencias con canalización 25 kHz en banda de 165 a 175 MHz, e Iberduero desarrolla una red con ámbitos provinciales en 40 MHz.

A finales de la década de los setenta, y en paralelo con el desarrollo de los despachos centrales de control de la energía, se empieza a desarrollar el telecontrol de las instalaciones a través de los despachos de distribución. Su desarrollo sigue parcialmente las estructuras ya existentes, locales o provinciales, de las brigadas de maniobras. Por ello, los primeros despachos de distribución cuentan con pocas instalaciones telecontroladas, las cuales, al ser más pequeñas que las instalaciones de generación y transporte, demandan menos volumen de señales a transmitir, no siendo necesario disponer de la información en tiempo real como en el caso de la generación y transporte de energía.

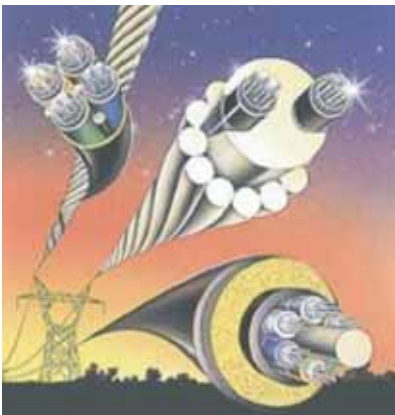
Los sistemas desarrollados inicialmente, y en gran uso hasta la actualidad, consisten en utilizar protocolos punto-multipunto a través de cable o de un repetidor de radio, con cobertura sobre varias estaciones remotas de campo (RTU). Junto a cada RTU, en el caso de radio, se instala una emisora y un módem banda base,

permitiendo la conexión con los ordenadores de los despachos de distribución. Inicialmente, se utilizan equipos de radio en banda VHF, con canalización a 25 kHz y módem de 600 bit/s

La comunicación entre el repetidor y el despacho se realiza por cualquiera de los medios disponibles, si bien inicialmente se hace mediante enlaces de radio punto a punto, en banda de VHF y canalización a 25 kHz.

Cable compuesto tierra-óptico OPGW, con 48 fibras ópticas. El OPGW es un cable combinado que sirve como cable convencional para conexión a tierra, con el beneficio adicional de proporcionar gran capacidad de comunicación fiable a través de sus fibras ópticas





Estas redes han evolucionado en la actualidad hacia otros medios. Así Unión Fenosa basa en gran medida su sistema de telecontrol en la transmisión por satélite.

## Las redes de fibra óptica

Uno de los grandes problemas de las instalaciones de telecomunicaciones en los centros eléctricos ha sido la inmunidad frente a perturbaciones electromagnéticas. La apertura de un in-terruptor de alta potencia o una *falta* en una línea eléctrica, entre otras causas, producen perturbaciones que son inducidas en los equipos de telecomunicaciones de forma radiada o conducida, originando el mal funcionamiento de los mismos y, en numerosas ocasiones, hasta su avería.

Todos estos fenómenos han sido estudiados en profundidad y han permitido desarrollar, principalmente a través del Comité Electrotécnico Internacional (CEI) y del Instituto Europeo de Estandarización de las Telecomunicaciones (ETSI), toda una serie de estándares internacionales de aplicación a los equipos de telecomunicaciones para su uso en las empresas eléctricas, y que aminoran los efectos de las perturbaciones anteriormente indicadas.

Mientras que la implantación de la fibra óptica en las compañías de telecomunicaciones ha venido de la mano de una de sus características principales, su alta capacidad para llevar millones de comunicaciones simultáneamente, en las empresas eléctricas su desarrollo ha venido impulsado por otra característica importante de las mismas: su altísima inmunidad ante las perturbaciones electromagnéticas.

Fue esta segunda propiedad la que impulsa desde el principio de los años ochenta el interés de las empresas eléctricas españolas por esta tecnología, pudiéndose afirmar, que han sido pioneras en su uso y desarrollo, no sólo en España, sino a nivel mundial.

En la primavera de 1983 se pone en funcionamiento en Iberduero el enlace a 2 Mbit/s entre las estaciones de transformación de Cordobilla y Orcoyen (Navarra), sobre fibra óptica multimodo, en primera ventana. El cable utilizado está libre de elementos metálicos y se adosa al cable de tierra de la línea de 132 kV entre dichas estaciones mediante preformados metálicos instalados manualmente. Tanto el cable como los terminales son suministrados por Standard Eléctrica, hoy Alcatel.

En noviembre del año 1984 se instala en Madrid, en Hidroeléctrica Española, entre las estaciones de transformación de Melancólicos y de Villaverde y sobre una línea de 132 kV, un enlace a 2 Mbit/s, en segunda ventana, con cable de fibra óptica adosado al cable de tierra mediante preformados metálicos: al igual que en el caso anterior, el suministrador del cable y de los terminales es Standard Eléctrica. Este enlace se convierte en récord mundial, al alcanzarse por primera vez la distancia de 40 km. El enlace se mantiene operativo hasta 1990, soportando comunicaciones para el despacho central de comunicaciones de Hidroeléctrica Española, hasta que se cambia este terminal por un equipo a 34 Mbit/s, quedando operativo el cable hasta 1999, fecha en que es sustituido.

Desde entonces se sigue desarrollando la tecnología de fibra óptica. Dada la dificultad de instalar el cable de fibra óptica adosado al cable de tierra, se desarrollan dos tipos de cable: cable compuesto de tierra y fibra óptica (OPGW) y cable autosoportado libre de elementos metálicos (*autosoportado*).

En el verano de 1986 se instala en la subestación transformadora de Villaverde, situada junto a

El mayor problema para el diseño de estos cables es el deterioro de las cubiertas externas debido a las descargas superficiales producidas por las tensiones inducidas en las cubiertas por las líneas eléctricas (*tracking*). En esta figura aparecen los tres tipos de cable de fibra óptica utilizados en las empresas eléctricas: adosado, OPEN y autosoportado



Cable compuesto de tierra y fibra óptica (OPGW) y cable autosoportado libre de elementos metálicos (*autosoportado*).

En el verano de 1986 se instala en la subestación transformadora de Villaverde, situada junto a

Cable OPGW de 48 fibras ópticas, utilizado en lugar del cable de tierra de las líneas eléctricas

Cable autoportado de 48 fibras ópticas, para el tendido en líneas aéreas eléctricas

la carretera de Madrid a San Martín de la Vega, el primer cable OPGW, donde el cable de tierra de la línea eléctrica se sustituye por otro cable de tierra, que tiene en su interior un núcleo de cable de fibra óptica, protegido por un tubo de aluminio. La empresa Pirelli es la suministradora de la instalación y el desarrollo se realiza bajo el Plan de Investigación Electrotécnico (PIE)<sup>6</sup>. El núcleo se desarrolla en la fábrica de cables de Pirelli en Vilanova y el núcleo metálico se fabrica en la empresa Trenzas y Cables (TYCSA), una empresa española ubicada en Barcelona y líder mundial en cable de acero de alta resistencia.



El éxito del diseño permite disponer de un cable adaptado a las necesidades de las empresas eléctricas españolas, que es fiable, robusto y fácil de instalar, lo que facilita el rápido desarrollo de las redes de fibra óptica. Posteriormente este cable se ha instalado en numerosos países.

En paralelo, se estudia la posibilidad de disponer un cable autoportado, libre de metales, para ser instalado entre las fases de las líneas eléctricas, inclusive en tensión, y con protección anticazadores. El mayor problema para el diseño de dichos cables es el deterioro de las cubiertas externas del cable por las descargas superficiales producidas por las tensiones inducidas en las cubiertas por las líneas eléctricas (*tracking*).

En 1988 se instala en el Complejo Eléctrico de Cortes La Muela, en Hidroeléctrica Española, un cable autoportado sobre línea de 400 kV y con vanos superiores a 700 metros, confirmando que se dispone de un diseño capaz de instalarse en cualquier tipo de línea eléctrica. El cable dispone de una cubierta especial antitracking, que evita el deterioro de la misma.

Una vez disponibles los equipos y cables, nada impide el desarrollo de las redes de fibra óptica.

En 1985, se crea Red Eléctrica de España (REE, Sociedad Anónima) como resultado del proceso de nacionalización de la red eléctrica de transporte, con la misión de gestionar las redes de transporte de energía, entre los centros de producción y distribución, en base a gran parte de las líneas existentes de 400 kV y 220 kV y garantizar el suministro eléctrico. Dicha empresa, crea sus propios despachos, utilizando inicialmente los medios de comunicación existentes en el resto de las empresas eléctricas y con una arquitectura semejante a los existentes. En paralelo establece su propia red de comunicaciones, basada totalmente en fibra óptica, siendo este factor uno de los grandes impulsores del desarrollo de las redes de fibra óptica en las empresas eléctricas.

En 1987 REE instala en España el primer gran tendido con cable OPGW entre la estación transformadora de Loeches (Madrid) y la central nuclear de Trillo (Guadalajara). Su longitud es de 80 km, explotándose en segunda ventana, con equipos PDH de Ericsson a 34 Mbit/s, y con un regenerador en Horche, que se encuentra situado en la Alcarria, a unos 13 km de la capital. El cable fue suministrado por Pirelli y Alcatel<sup>7</sup>.

A finales de los años ochenta llega el periodo de renovación de los despachos centrales de

6 El impulso más relevante y formalizador de la actividad investigadora de las empresas eléctricas queda fundamentalmente representado por la aprobación, a principios de los ochenta, del Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico Electrotécnico (PIE) resultado de un acuerdo suscrito entre el sector eléctrico y el Ministerio de Industria y Energía, mediante el cual el Sector Eléctrico ingresa un tres por mil de la recaudación en dicho programa destinado a la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo bajo la tutela y coordinación de una oficina técnica denominada OCIDE.

Este impulso investigador mantiene su evolución activa hasta 1995 año en el cual, aunque siguen desarrollándose algunos proyectos bajo el marco PIE, desaparece, como tal, el Programa de Investigación Electrotécnico. Este cambio es claramente consecuente con la tendencia liberalizadora de los mercados energéticos y da paso a un nuevo concepto de investigación en las empresas eléctricas que desarrollan planes de investigación y desarrollo tecnológicos propios hasta nuestros días.

Bajo el PIE se desarrollaron alrededor de 1.300 proyectos de investigación que el sector eléctrico español puso en marcha de forma coordinada desde principios de los 80. La inversión global aproximada se acercó a los 1.000 millones de euros, de los cuales aproximadamente un 47 por 100 fueron financiados a través de PIE (porcentaje recaudado a través de la tarifa de venta de la energía eléctrica) corriendo el 53 por 100 restante a cargo directo de las empresas eléctricas o de otras empresas industriales colaboradoras en el Programa y que intervinieron en el desarrollo de los proyectos.

7 La compañía francesa Alcatel adquiere en el año 1987 Standard Eléctrica, pasando a denominarse Alcatel.



control de la energía. En esta época la tecnología existente ya permite integrar muchas más instalaciones de campo en los despachos y con ello surge la necesidad de telecontrolar, de una manera más efectiva, un gran número de instalaciones de distribución. También, el hecho de que Red Eléctrica de España se encargue del control de muchas instalaciones de transporte, y de que las empresas compartan instalaciones de 220 kV y 132 kV con instalaciones propias de distribución, propicia el desarrollo de despachos donde llega un mayor número de señales y medidas desde cada estación remota, a la vez que se estructuran en niveles regionales y, en algunos casos, en zonales. Todo ello obliga a aumentar la velocidad de los canales de telecomunicación entre las remotas de campo y los ordenadores, a la vez que aparece la necesidad establecer comunicaciones de datos entre los ordenadores de los despachos.

Para cumplir con las nuevas necesidades, es necesario aumentar la capacidad de las redes troncales, decidiéndose el uso de redes de fibra óptica. Por dicho motivo, en Hidroeléctrica Española se instalan 800 km de cables de fibra óptica con 6 y 12 fibras, entre los años 1989 y 1990 en el Levante español. Caminos semejantes siguen el resto de las empresas eléctricas españolas, destacando, como ya se ha indicado, Red Eléctrica de España.

El crecimiento natural de las redes de fibra óptica sufre una nueva expansión en 1998, con la liberalización de las telecomunicaciones y la llegada de nuevos operadores de telecomunicaciones al mercado español. Estos nuevos operadores necesitan crear sus propias redes de comunicaciones y encuentran la posibilidad de alquilar a las empresas eléctricas su capacidad sobrante. En principio se utiliza la fibra existente, fundamentalmente la disponible en REE y posteriormente otras empresas desarrollan sus redes troncales para uso de terceros, como hacen Iberdrola y Unión Fenosa. Sin duda, sin la colaboración de todas las empresas eléctricas, la entrada de nuevos operadores en el sector de las telecomunicaciones en España hubiese sido mucho más lenta.

En la actualidad, las redes de fibra óptica de las empresas eléctricas en España superan los 25.000 km de cable, muchos de ellos con capacidad para 48 y 80 fibras ópticas, y su desarrollo seguirá creciendo dada la capilaridad que ofrecen las líneas eléctricas de media tensión para llegar hasta los clientes finales.

## Redes de transmisión de datos

Desde los años setenta, las empresas eléctricas empiezan a desarrollar sus Centros de Proceso de Datos, asociados inicialmente a la facturación y siguiendo posteriormente un desarrollo semejante al de cualquier gran empresa.

Desde un principio, las redes de comunicaciones desarrolladas para el propio negocio eléctrico sirven de soporte, en lo posible, a las necesidades de comunicaciones de dichos Centros. En los primeros sistemas se utilizan enlaces punto a punto entre los servidores de terminales y los *front-end* de los ordenadores, como hace por ejemplo Hidroeléctrica Española, que enlaza todo el teleproceso de las agencias comerciales del Levante con los ordenadores centrales situados en Madrid mediante cuatro enlaces a 9.600 bit/s, a través de la red troncal de radioenlaces. Para los

casos en los que no se dispone de red privada se utilizan enlaces alquilados a la Compañía Telefónica Nacional de España.

Esta situación continúa hasta que comienza la implantación de las redes de ordenadores personales en estas compañías a principio de los años noventa, donde el aumento de capacidad hace cambiar la estrategia de comunicaciones, pasando a alquilar conexiones de conmutación de paquetes a Telefónica con el protocolo X.25 (el mismo que utilizan tanto la red Iberpac como la Red UNO).



Tendido de cable de fibra óptica en la línea Morata-Ardoz (Madrid). Para el tendido de estos cables se requieren precauciones especiales y la maquinaria adecuada, pues se sitúan a gran altura, sobre los vértices de las torres de alta tensión. Una red en altura tiene grandes ventajas frente a una red enterrada: menor incidencia de actos vandálicos, protección frente a accidentes, mayor rapidez en nuevos tendidos, mantenimiento más sencillo y económico, etc.

Centro de Operación de Distribución (COD) de Iberdrola en Madrid. Sus funciones son el mantenimiento de los parámetros operativos, la coordinación de actuaciones sobre la red y la resolución de incidencias

En paralelo, las nuevas necesidades de comunicaciones entre los despachos eléctricos, mayor velocidad y mayor redundancia, plantean por primera vez, el desarrollo de redes de transmisión de datos específicas para el negocio eléctrico que puedan ser utilizadas por otros servicios, como la videovigilancia, la transmisión de datos para los Centros de Proceso, la interconexión de redes de área local y otros muchos que están surgiendo. Hay que resaltar que en la década de los noventa la empresa ENHER desarrolla una red de transmisión de datos X.25 específica para el telecontrol de los despachos eléctricos, conectando las estaciones remotas de campo a través de dicha red.

En 1996, se instala en Iberdrola una red de conmutación de datos bajo el protocolo Frame Relay<sup>8</sup> con capacidad de conmutación ATM<sup>9</sup> con 16 nodos y con capacidad para 1.500 puertos a diferentes velocidades. La implantación de estas redes con dichos protocolos, que resultan menos robustos a los errores en los canales de comunicación que el X.25, hacen necesaria la utilización de medios de transmisión con mejores prestaciones, lo que no supone un inconveniente para las redes de fibra óptica desplegadas. De esta forma, por primera vez en las empresas eléctricas se puede disponer de redes de transmisión de datos de banda ancha.

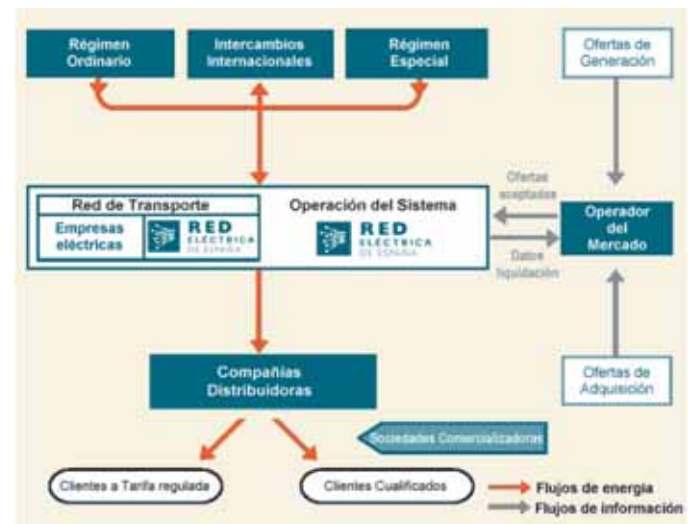
La conexión entre los nodos se realiza mediante enlaces E3 y STM1, que ofrecen una capacidad de transferencia de datos de hasta 34 Mbit/s y 155 Mbit/s respectivamente, mediante fibra óptica y radioenlaces. Dicha red se utiliza para las comunicaciones de datos entre los diferentes despachos eléctricos, para las conexiones de las Redes de Área Local, para transmisión de señales de cámaras de televigilancia, para transmisión de datos de seguridad corporativa y para otras necesidades con menor demanda de transmisión de datos, como son los detectores de núcleos tormentosos.

A principios del actual siglo, Red Eléctrica de España decide comenzar a instalar nodos de conmutación de datos IP en todas sus estaciones de transformación, incluyendo voz sobre IP (VoIP). En la actualidad esta red cuenta con más de 100 nodos, estando prevista su expansión a todas las estaciones de transformación de la compañía.

En el año 2003 comienza la renovación de los despachos de distribución en Iberdrola, aumentando sensiblemente las necesidades de transmisión de datos entre los despachos, al disponer cada uno de ellos de un despacho de respaldo para emergencias. Por dicha razón, se necesita aumentar la red Frame Relay, optándose por complementarla con una red de conmutación de datos a nivel 3 OSI bajo protocolo MPLS (Multi Protocol Label Switching), una tecnología más eficiente que el ATM. Dicha red se instala en el año 2004, inicialmente con seis nodos y una capacidad de conmutación de varias decenas de Gbit/s. En paralelo, comienzan a diseñarse remotas de campo que trabajan con protocolos nativos IP, como el IEC 104, siendo posible la conexión con ordenadores usando dichas redes de datos.

La utilización de protocolos IP en las empresas eléctricas, que comenzó en los años noventa, ha desembocado en el desarrollo de redes de transmisión IP que cubren todas sus necesidades de transmisión de datos, tanto para el uso propio del negocio eléctrico, como para las tareas administrativas.

Organización del sistema eléctrico en España. Red Eléctrica Española (REE) se creó en el año 1985 y es la responsable del transporte y del funcionamiento del sistema en el mercado mayorista, garantiza la gestión técnica y el equilibrio del sistema eléctrico español



8 Protocolo similar al X.25, pero que ofrece mayor velocidad al no realizar la corrección de errores, dejando esta función a los terminales.

9 Tecnología rápida de conmutación de celdas de longitud fija, con capacidad de manejar tráfico multimedia y ofrecer gran calidad de servicio.

El camino ha empezado, pero será en los próximos años donde se terminen de integrar todos los servicios en dichas redes. En la actualidad aún quedan muchos servicios con estructuras de comunicaciones más antiguas, sobre todo a nivel de comunicaciones entre las remotas de campo y los despachos eléctricos.

## La consolidación del sector eléctrico

En 1985, con motivo de la crisis de Hidroeléctrica de Cataluña, con el objeto de equilibrar la producción de energía eléctrica y de mejorar la situación económica y financiera de las empresas, el sector eléctrico procedió a realizar el intercambio de activos con la aprobación del Ministerio de Industria y Energía. De esta forma, el 30 de abril de 1991 Hidroeléctrica Española e Iberduero iniciaron un proceso de integración que finalizó con la fusión de ambas sociedades el 1 de noviembre de 1992, dando lugar a Iberdrola, la mayor empresa eléctrica privada de España. En el año 2005 Iberdrola opera y mantiene en España un total de 8.500 megavatios (MW) de potencia hidráulica distribuidos en 73 centrales a lo largo de las cuencas de los ríos Sil, Duero, Tajo, Ebro, Júcar y Segura, además de realizar la explotación de 54 grandes presas.

Las otras dos compañías más importantes del sector eléctrico son Endesa y Unión Fenosa.

Endesa (Empresa Nacional de Electricidad), fundada en la década de los cuarenta (año 1944), fue privatizada entre 1988 y 1998, aunque el Gobierno se reservó la «acción de oro» por un periodo de diez años. Está presente en el negocio eléctrico de varios países de Latinoamérica, en el de nuevas tecnologías y en el área de telecomunicaciones, como socio de referencia de AUNA, hasta su venta en 2005 a France Telecom y a ONO.

Endesa, en diferentes momentos, irá integrando a otras compañías, como ENHER, ERZ, FEC-SA, GESA, NANSÁ, SEVILLANA, UNELCO y VIESGO, hasta completar su consolidación corporativa a finales del año 1998.

La actual Unión Fenosa nació en 1982 como resultado de la fusión llevada a cabo entre Unión Eléctrica y Fuerzas Eléctricas del Noroeste, probablemente la primera fusión entre dos grandes empresas españolas. Hoy en día Unión Fenosa es un grupo empresarial presente en numerosos sectores y mercados, pues como consecuencia de la experiencia adquirida en el sector de electricidad, su negocio se ha ampliado hacia otras áreas relacionadas con la energía, como en el caso del gas, y hacia otros sectores como servicios profesionales y telecomunicaciones, participando, por ejemplo, en la Consultora tecnológica Soluziona, en el operador gallego de cable R y en el Grupo AUNA, entre otros.

Red Eléctrica Española se crea en 1985 y es la responsable del transporte y del funcionamiento del sistema en el mercado mayorista, garantiza la gestión técnica y el equilibrio del sistema eléctrico español.

En el caso del mercado eléctrico español, el reparto de generación y distribución a finales del año 2003 es el siguiente:

<b>Reparto de generación y distribución de energía eléctrica</b>		
<b>Empresa</b>	<b>Generación</b>	<b>Distribución</b>
Endesa	43%	37%
Iberdrola	27%	39%
Unión Fenosa	13%	9%
Hidrocantábrico	9%	7%
Gas Natural	—	3%
Otros	8	5%

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico establece los principios para avanzar decididamente en la liberación de las actividades de generación y comercialización de energía eléctrica, quedando el transporte y la distribución como regulados por naturaleza.

La enorme potencia instalada se consigue en España mediante unas 2.000 centrales de todo tipo: hidráulicas, térmicas, nucleares, solares, eólicas, etc. Centrales de muy diversas potencias y características, como la central solar de Almería de 1.200 kW, la eólica de Aragón de 360 kW, la hidráulica de Alcántara (J. M. de Oriol) con cuatro grupos capaces de producir 934 MW (Cáceres) y la nuclear de Ascó (Tarragona) con dos unidades, cada una con un reactor de agua ligera a presión (PWR), suministrados por la empresa estadounidense Westinghouse, con una potencia térmica de casi 3.000 MW.

Toda la energía eléctrica producida por las centrales va a parar a la Red General Peninsular, realizándose de esta manera la interconexión de todas ellas. Esta red nacional cuenta con más de 50.000 km de longitud, repartidas de la siguiente manera: unos 15.000 km en líneas de 380 kV, unos 15.000 km en líneas de 220 kV y unos 20.000 km en líneas de 110 y 132 kV. La Red Española se halla interconectada con las de Portugal y Francia, por lo que España se encuentra plenamente integrada en la Red Europea de Transporte de Electricidad.

## La liberalización de las telecomunicaciones

A finales del siglo pasado se produce en España el comienzo del proceso de liberalización de las telecomunicaciones. Para introducir una competencia efectiva se hace necesario que los nuevos operadores de telecomunicación dispongan de redes propias en un plazo breve de tiempo. Es así como las infraestructuras disponibles de las empresas eléctricas juegan un papel fundamental en el despliegue de las redes de los nuevos operadores de telecomunicación, que utilizan, en un principio, la capacidad sobrante de los cables de fibra óptica de las *empresas eléctricas*. Una gran parte de las redes troncales de las nuevas compañías se instalan sobre los cables existentes, instalando nuevos cables y permitiendo el desarrollo de las redes regionales y provinciales. Por ejemplo, Red Eléctrica de Telecomunicaciones (RET), filial de Red Eléctrica de España, que utiliza la marca comercial *Albura*, hasta su venta a T-Online a finales de 2005, ofrece una extensa gama de servicios de banda ancha y de comunicación de datos dirigidos a operadores de telecomunicaciones, proveedores de acceso a Internet (ISPs), grandes corporaciones y administraciones públicas. Su catálogo de productos incluye servicios de transporte y capacidad como: *alburaoptico*, *alburalink* y *alburametro*; servicios mayoristas ADSL: *alburadsl*; y servicios de datos: acceso a Internet, redes privadas virtuales (IP-VPN), soluciones de almacenamiento masivo y recuperación de desastres. Todo gracias a una infraestructura mallada de 13.400 km de fibra óptica iluminada con tecnología DWDM de última generación y una red IP/MPLS. Otras compañías, como Endesa, Iberdrola y Unión Eléctrica-Fenosa, han hecho lo propio con la capacidad sobrante de su infraestructura red de fibra óptica.

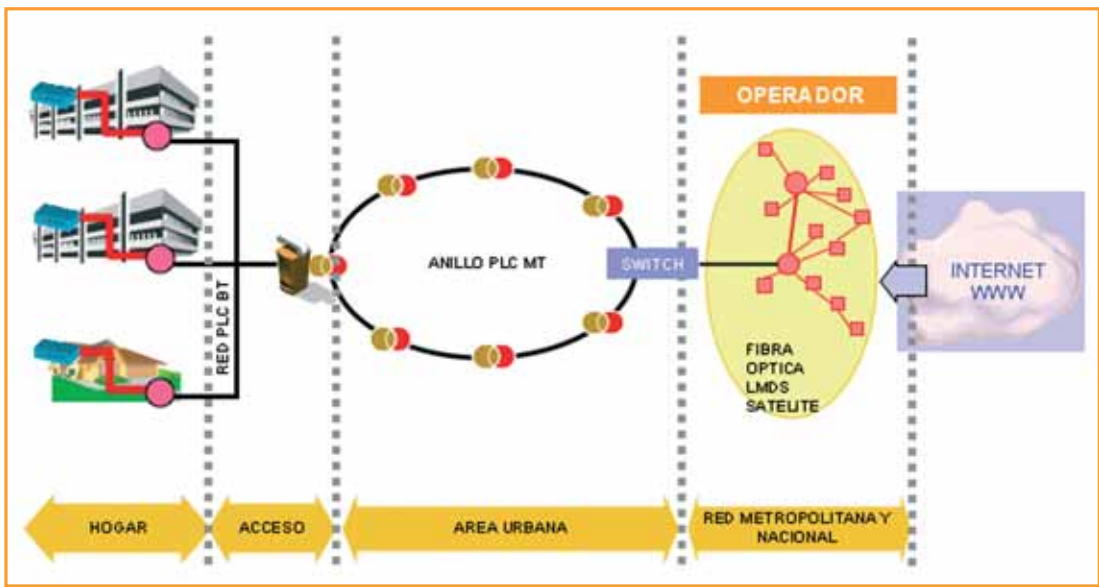
En la actualidad, y debido a la gran capilaridad que presentan las redes eléctricas, se sigue instalando fibra óptica para las redes metropolitanas y para llegar a los clientes finales que demanden grandes capacidades. Ha sido en este proceso cuando las redes de cable de fibra óptica han alcanzado un desarrollo importante.

Pero las redes de fibra óptica no han sido la única contribución importante de las empresas eléctricas en el proceso de liberalización de las telecomunicaciones, sino que también han sido parte activa en los nuevos operadores, a través de importantes participaciones accionariales en los mismos; baste recordar, sin ser exhaustivos, Radiobip, Teletrunk, Telecable, R, Amena, AUNA, o a Neo Sky<sup>10</sup>, entre otras muchas.

## Power Line Communication-PLC

En los primeros años del presente siglo se ha desarrollado con fuerza la tecnología conocida como PLC (Power Line Communications), que permite transmitir datos a muy alta velocidad, hasta 200 Mbit/s, por las redes de baja tensión que llegan a los clientes finales eléctricos.

<sup>10</sup> NeoSky surge de la fusión de Neo, marca comercial de Abred, y de Skypoint.



Esquema de una red PLC. La tecnología PLC permite transmitir datos a muy alta velocidad, hasta 200 Mbit/s, por las redes de baja tensión que llegan a los clientes finales eléctricos. Su gran ventaja es que aprovecha el tendido dentro del domicilio del usuario, por lo que no se requiere la instalación de nuevos cables

En la práctica, se consigue disponer de un bucle de abonado alternativo a los tradicionales en la última milla, que permite prestar a los clientes eléctricos acceso a Internet y a todos sus servicios asociados, con calidades y velocidades comparables a otras tecnologías como el ADSL o la telefonía basada en protocolo IP.

PLC se está desarrollando a nivel mundial, con diferentes pruebas de campo y empresas que ya lo comercializan y puede considerarse como un dinamizador real de la penetración de la banda ancha en los países desarrollados y como alternativa al despliegue de otras tecnologías en países con baja/media teledensidad.

En la figura se muestra un esquema de las redes PLC. El equipamiento necesario consiste en un equipo instalado en los centros de transformación, equipos repetidores en cuartos de contadores y un módem conectado a cualquiera de las tomas eléctricas (enchufes) de la casa del cliente.

En las fotografías siguientes se muestran instalaciones de equipos PLC en un centro de transformación, incluyendo los acoplamientos a los cables de baja tensión. Como se deduce de las mismas, su instalación es muy sencilla, permitiendo grandes velocidades de despliegue, e instalación en tensión.

Para conectar los centros de transformación con las redes troncales se utiliza la propia tecnología PLC en los cables de media tensión que alimentan a dichos centros, mediante acoplamientos inductivos o capacitivos, permitiendo un rápido despliegue de las redes PLC, sobre infraestructuras ya existentes.



(Izquierda). En los centros de Transformación se instala un equipo cabecera PLC que gestiona las comunicaciones PLC con los modems de usuario a través de los cables eléctricos de baja tensión (típicamente 220/380 V), como el que se muestra en la figura

(Derecha). La señal PLC se acopla a los cables de baja tensión mediante un condensador. Se han diseñado acoplamientos específicos que permiten realizar el acoplamiento de forma sencilla y en tensión

PLC no es sólo útil para prestar servicios de telecomunicaciones al gran público, sino que se considera clave para la automatización completa de la distribución eléctrica y la telectura de contadores, con la mejora evidente de la calidad para los clientes eléctricos y para poder desarrollar los nuevos servicios eléctricos que éstos puedan demandar. Sin embargo, el enorme éxito de los servicios ADSL, sobre el par telefónico, y de las redes de los cableoperadores, han hecho que PLC no pase de tener unos pocos miles de usuarios, casi nada frente a los más de cinco millones con que cuentan las otras tecnologías.

## Investigación en las empresas eléctricas

Como ya se ha visto, las telecomunicaciones juegan un papel fundamental en el desarrollo de las empresas eléctricas desde su comienzo. Todo ello no hubiera sido posible sin la alta preparación de los profesionales de las telecomunicaciones en dichas empresas, que no sólo han desarrollado las redes y los servicios necesarios, sino que han liderado en muchas ocasiones el desarrollo de equipos y de normativa aplicables al sector eléctrico. Una herramienta fundamental en dicho proceso fue la creación de los laboratorios ASÍNEL por la patronal UNESA y los Planes de Investigación Electrotécnica. Como fruto de la unión de estos elementos se puede reseñar:

- Guía para las pruebas de teleprotecciones.
- Normas para pruebas de móviles a utilizar en las Empresas Eléctricas.
- Laboratorio para homologación de equipos móviles
- Desarrollo de los actuales cables de fibra óptica para líneas eléctricas.
- Pruebas de resistencias de los cables de fibra óptica anticazadores.
- Desarrollo de la primera teleprotección digital a 64 kbit/s a nivel mundial.
- Desarrollo de la primera red de paquetes para su uso específico en el telecontrol de las redes eléctricas.

La relación anterior es una breve muestra del trabajo realizado y debe servir como acicate para seguir en la senda comenzada desde hace muchos años y poder superar los retos futuros, que sin duda serán tan amplios y excitantes como los acontecimientos que han sucedido hasta la fecha. Entre ellos, se vislumbra en un futuro próximo dotar de más inteligencia a las redes de distribución ante la generación distribuida, siendo absolutamente necesario para ello el desarrollo de nuevas redes de telecomunicaciones.

## Agradecimientos

Agradecemos la contribución de numerosos profesionales, algunos de ellos jubilados, que han permitido disponer de datos más precisos en el desarrollo de esta breve historia, como Miguel Ángel Sánchez Fornié, José María Peláez, Javier Llorente, Emeterio López y Baldomero López, de Iberdrola, Antonio Palomo de Red Eléctrica de España y Octavio Sampere de Unión Eléctrica Fenosa. No son los únicos. A todos ellos nuestro agradecimiento.

## Bibliografía

Archivos históricos con los que cuentan empresas como Iberdrola, en Ricobayo y Alcántara, y ENDESA, en el archivo del antiguo INI.

Alcaide, J.; Bernal, A.-M.; García de Enterría, E.; Martínez-Val, J.M.; Miguel, A. de; Núñez, G.; Tusell, X. (1994). *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien años de historia*. Madrid: Fundación Sevillana de Electricidad.

Alcaide, J. (1992). *La formación del mercado eléctrico nacional en España: la aportación de Castilla y León*. Cuadernos de Economía de Castilla y León. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Antolín, F. (1989). «Electricidad y crecimiento económico. Los inicios de la electricidad en España». *Revista de Historia Económica*, Madrid.

- Antolín, F. (1996). *Hidroeléctrica Ibérica y la electrificación del País Vasco*. Comín y Martín Aceña.
- Arroyo, Mercedes y Nahm, Gerardo (1994). *La Sociedad Española de Electricidad y los inicios de la industria eléctrica en Cataluña*. Capel, Horacio (Dir.), vol. I, p. 25- 52.
- Aubanell, A.M. (1992). «La competencia en la distribución de electricidad en Madrid, 1890-1913». *Revista de Historia Industrial*, n.º 2, Barcelona.
- Bartolomé, I. (1999). «La industria eléctrica española antes de la guerra civil: reconstrucción cuantitativa», *Revista de Historia Industrial*, n.º 15, Barcelona.
- Bernal, A.M. (1993). «Ingenieros-empresarios en el desarrollo del sector eléctrico español: Mengemor, 1904-1951». *Revista de Historia Industrial*, n.º 3, Barcelona.
- Bernal, A.M. (1994). *Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad*. Alcaide, J. (Coord).
- Capel, Horacio (1994). *La electricidad en Cataluña, una historia por hacer*. Capel, Horacio (Dir.).
- Capel, Horacio, y Muro, Ignacio (1994). *La Compañía Barcelonesa de Electricidad*. Capel, H. (Dir.), cap. II, vol. I, p. 53-102.
- Carmona, J. (1999). «Galicia en el desarrollo del sector eléctrico español (1900-1982). La industrialización y el desarrollo económico de España». Homenaje a Jordi Nadal. Barcelona, vol. II.
- Cayón García, F. (1997). *Un análisis del sector eléctrico en Madrid a través de las empresas Hidroeléctrica Española, Electra Madrid y Unión Eléctrica Madrileña, (1907-1936)*. Madrid: Fundación Empresa Pública.
- Díaz Morlán, P. (1998). «El proceso de creación de Saltos del Duero (1917-1935)». *Revista de Historia Industrial*, n.º 13, Madrid.
- García de Enterría, E. (1992). *El régimen jurídico de la electricidad durante el siglo de vida de la Compañía Sevillana de Electricidad*. Alcaide, J.
- García Delgado, J. L. (1990). *Electricidad y desarrollo económico. Perspectiva histórica de un siglo*. Madrid.
- Garrués Irurzun, J. (1997). *Empresas y empresarios en Navarra. La industria eléctrica, 1888-1986*. Pamplona.
- Garrués Irurzun, J. (1994). *La formación del mercado eléctrico vasco-navarro e Hidroeléctrica Ibérica*. Martín Aceña y Gárate Ojanguren (Eds.).
- Germán, L. (1990). *Eléctricas Reunidas de Zaragoza (1910-1990). El desarrollo del sector eléctrico en Aragón*. Zaragoza.
- Hernández Andreu, J. (1981). «Orígenes, expansión y limitaciones del sector eléctrico en España, 1900-1936». *Información Comercial Española*, n.º 577, Madrid.
- Maluquer de Motes, J. (1985). *Cataluña y el País Vasco en la industria eléctrica española, 1901-1935*.
- Maluquer de Motes, J. (1992). «Los pioneros de la Segunda Revolución Industrial en España: la Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)». *Revista de Historia Industrial*, n.º 2, Barcelona.
- Martínez López, J. L. (1991). «El sector eléctrico en España». *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, n.º 4, Madrid.
- Núñez Romero-Balmas, G. (1994). *Cien años de evolución institucional en el sector eléctrico en España*. Nuñez y Segreto (editores).
- Núñez Romero-Balmas, G. (1995). «Empresas de producción y distribución de electricidad en España (1878-1953)». *Revista de Historia Industrial*, n.º 3, Barcelona.
- Ojeda San Miguel, R. (1998). *Aquellas viejas Fábricas de luz. La explosión del mundo hidroeléctrico en la cuenca alta del Ebro*. Burgos.
- Red Eléctrica (varios años). *El Sistema Eléctrico Español- Informes anuales*. Red Eléctrica.
- Sudrià Andreu, A. (2000). «Luz sobre los primeros ensayos de alumbrado eléctrico en Barcelona (1852)». *Simposium Internacional d'Història de l'Enginyeria, ETSEIB*, 18-19 de septiembre de 2000. Libro de resúmenes, p. 45-46.
- Sudrià, C. (1988). *El sector energético: condicionamientos y posibilidades*. España. Economía. Madrid: Espasa Calpe.

- Sudrià, C. (1990). «La electricidad en España antes de la Guerra Civil: una réplica». *Revista de Historia Económica*, n.º 3, Madrid.
- Sudrià, C. (1990). *La industria eléctrica y el desarrollo económico de España*. García Delgado.
- Tedde de Lorca, P. (1987). *Hidroeléctrica Española: una contribución empresarial al proceso de crecimiento económico. 75 aniversario de Hidroeléctrica Española*.
- UNESA (1990). *Cien años de luz*. Madrid: Dirección de Información y Comunicación Social. UNESA.
- UNESA. *El Sector Eléctrico a través de UNESA: 1944-2004*. UNESA.
- Velarde Fuentes, J. (1990). *Ideología y sector eléctrico español*. García Delgado.





Factor de circulación tramitando un bloqueo telefónico. Desde la aparición del ferrocarril, las telecomunicaciones han pasado a ser una parte importante del mismo. En el siglo XIX el teléfono acompañaba a la máquina de vapor. En el siglo XXI al nuevo ferrocarril le acompañan multitud de sistemas de protección, control y ayuda, de los cuales el 100 por 100 incorporan telecomunicaciones, microelectrónica e informática



Grandes organizaciones que prestan servicios públicos y que gestionan en autoprestación sus propias redes de telecomunicación

# Las telecomunicaciones y ferrocarril en España

José María Muñoz Aza  
Víctor Reviriego Hernández

## Los inicios de las telecomunicaciones en los ferrocarriles. Segunda mitad el siglo XIX

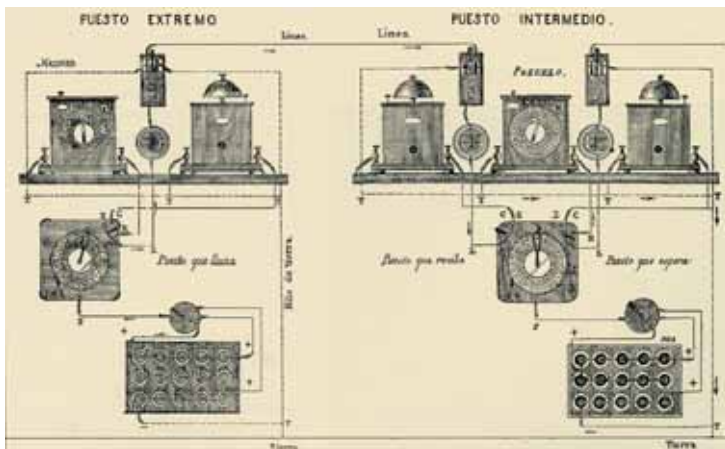
Desde que Samuel Morse lanzó un sistema nuevo telegráfico en 1844, la telegrafía eléctrica había empezado a dar sus primeros pasos en varios países, a pesar de que diez años más tarde aún fuera un sistema discutido.

Por su parte, los ferrocarriles ya estaban afianzados como «el medio de transporte del futuro», como ocurría en el Reino Unido. Precisamente en este país surgió la necesidad de disponer de señales de servicio que no fueran exclusivamente ópticas para que fueran independientes de los fenómenos atmosféricos que podrían reducir la visibilidad, y que fueran rápidas, casi instantáneas, dada la importancia de la red y del tráfico ferroviario existente. Este telégrafo, ya eléctrico y de aplicación exclusivamente ferroviaria, pronto se extendió al uso público, naciendo como un subproducto del sistema ferroviario de señales y seguridad. En otros países poco a poco se fue imitando este modelo, y el crecimiento del ferrocarril empezó a arrastrar al telégrafo.

En España las primeras relaciones que existen entre la telecomunicación y el ferrocarril están relacionadas con el ferrocarril Madrid-Aranjuez, que fue el primer servicio regular de viajeros de España y se inauguró en 1851 donde se implantó un sistema de comunicación telegráfico para

Con la aparición del ferrocarril surgió la necesidad de establecer comunicaciones que aseguraran la circulación. Antes de la aparición de la telegrafía eléctrica se utilizaron medios óptico-mecánicos. En la fotografía se puede ver el puente de señales semafóricas que se instaló a la salida de la estación de Atocha





«asegurar» la circulación y contribuir así a la explotación. Un año después, en 1852, y siguiendo el modelo inglés, el público empezó a poner telegramas a través del sistema instalado para el ferrocarril Madrid-Aranjuez. Sin embargo, esta línea era una línea aislada, que no formaba parte de una red densa y amplia como la construida por los ferrocarriles

Grabado que representa el esquema general del sistema telegráfico Breguet. El sistema Breguet es un sistema telegráfico visual en el que no queda constancia del mensaje transmitido. Este dispositivo se utilizó en las estaciones hasta la década de 1880

ingleses alrededor de Londres, por lo que el Telégrafo nacido en esta línea no podía crecer.

En España, debido al lento y disperso desarrollo de las líneas ferroviarias, el Telégrafo público debió realizar un camino independiente del ferroviario. Así, el 22 de abril de 1855 se promulgaba la Ley que creaba la red telegráfica y el 3 de junio del mismo año la Ley General de Ferrocarriles. Hubo que renunciar así al modelo inglés, y aunque el desarrollo de las primeras líneas telegráficas coincidiría en el tiempo con el de las primeras líneas férreas, la expansión de éstas, a causa de su mayor envergadura financiera y mecánica fue bastante más lenta, por lo que cada una de las redes siguió caminos diferentes.

Sin embargo nunca se renunció a que la infraestructura ferroviaria apoyara el desarrollo telegráfico. El razonamiento era muy lógico: «Si los ferrocarriles deben tener sus propias líneas telegráficas para el propio servicio, hagamos que esas mismas líneas proporcionen circuitos adicionales para el Telégrafo público».

De hecho antes de la promulgación de estas leyes, en las licencias concedidas para establecer ferrocarriles, se ponía una condición que obligaba a ceder conductores para el Telégrafo estatal. Esta servidumbre se ha mantenido hasta años muy recientes, estando RENFE obligada a mantener conductores del Estado en sus propias líneas aéreas.

En una primera fase, que se puede considerar que llega hasta 1866, la longitud de la línea de telégrafo apoyada en los ferrocarriles privados era de 3.161 km sobre un total de 10.785 km de red telegráfica del Estado.

La Ley de 27 de diciembre de 1881 dio un paso más en esta colaboración. La red ferroviaria, ya por entonces muy extensa, tenía muchas estaciones equipadas con aparatos telegráficos para uso interno. Se crearon «estaciones de enlace» para intercambiar telegramas entre una y otra red y periódicamente se liquidaban las tasas percibidas por los telegramas expedidos y recibidos.

Así, en 1883 la Compañía de Ferrocarriles Andaluces aportaba 53 estaciones a Telégrafos; la compañía MZA (Madrid-Zaragoza-Alicante) 88 estaciones; Ferrocarriles del Norte 67 estaciones y Ferrocarriles del Oeste un número similar. Estas cuatro compañías fueron las más importantes, pero hubo docenas de otras más pequeñas.

El capital fue mayoritariamente extranjero, concretamente de la familia Rothschild, anglo-franco-alemana, y Pereyre, francesa. El capital inglés se enfocó hacia ferrocarriles mineros o industriales y de los tranvías se ocuparon los belgas. En MZA invirtió el marqués de Salamanca. En Ferrocarriles del Norte los capitales fueron vascos y en la Compañía de Ferrocarriles Andaluces la familia Loring, malagueña de origen británico. Por último, a los Ferrocarriles del Oeste, que cubrían Extremadura y Salamanca, se incorporó MZOV (Medina-Zamora Orense-Vigo).

En aquellos remotos años, que abarcaron todo el siglo XIX, se hacía necesario establecer unas comunicaciones entre estaciones colaterales por motivos de seguridad, que permitieran conocer si venía un tren o si había algún problema. La comunicación telegráfica era el único medio eficaz para establecer el bloqueo «seguro» de la vía entre estaciones. Este sistema de comunicación fue el indispensable e insustituible «bloqueo telegráfico escalonado», que se establecía entre estaciones colindantes. Este telégrafo que utilizaba el sistema morse empezó a utilizarse

en los ferrocarriles españoles en 1860, y actuaba sobre primitivas líneas de hilo de hierro con retorno por tierra.

## Periodo de 1900 a 1960: la incorporación de nuevas tecnologías de telecomunicación

A principios del siglo XX, las diferentes compañías privadas ferroviarias fueron añadiendo los nuevos medios de comunicación que iban apareciendo. Así, a la ya tradicional telegrafía pronto se le sumó la telefonía, si bien los equipos de telecomunicación que se encontraban en las estaciones eran todavía escasos y primitivos, pudiendo encontrarse desde manipuladores telegráficos hasta teléfonos de llamada por magneto, también conocidos como «escalonados», que se venían utilizando desde 1900 para las comunicaciones de seguridad entre estaciones colaterales.

En todas las estaciones existía en el andén un «gabinete telegráfico», comúnmente conocido por «telégrafo», de hecho hoy día aún se conserva el nombre escrito en algunas estaciones de la red secundaria. Por supuesto este «telégrafo» nada tenía que ver con el servicio telegráfico para el público.

En aquel entonces el problema principal era la mala construcción de las líneas, realizadas generalmente en armado vertical de las que aún hoy se pueden encontrar algunas, y la peor conservación de las mismas por escasez crónica de recursos. Las averías eran frecuentes y el servicio deficiente a pesar de la profesionalidad y dedicación de los responsables.

Al terminar la Guerra Civil, en los años cuarenta, se unificaron y nacionalizaron todas las antiguas compañías privadas ferroviarias que estaban arruinadas, bajo el nombre de RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles), incluyendo aquí todas las líneas del llamado ancho ibérico. Las restantes se agruparon en FEVE (Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha).

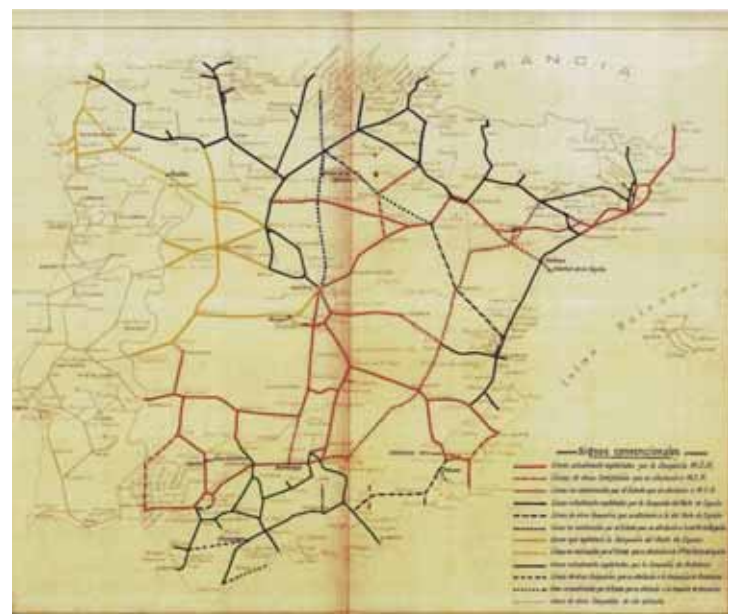
A medida que van apareciendo los nuevos sistemas de comunicación y que el tráfico ferroviario aumenta es necesario añadir nuevas funciones, además de las comunicaciones relacionadas con la seguridad. Así, se desarrollan tanto las relacionadas con la explotación como las de uso general, contando a partir de ese momento con varios tipos de sistemas.

### Comunicación relacionada con la seguridad

La *comunicación escalonada* era, y es, una comunicación exclusivamente de seguridad para establecer el «bloqueo» de la vía entre dos estaciones colaterales. Aunque este tipo de comunicación era tanto telegráfica como telefónica, con la llegada del nuevo siglo XX se empieza pro-

(Izquierda) Mapa de la Red Ferroviaria de ancho normal del año 1900. Estas redes se integrarían posteriormente en RENFE

(Derecha) Distribución de las diferentes redes ferroviarias antes de la creación de RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles). RENFE se crea en 1941 al unificarse en una sola empresa nacional todas las antiguas compañías privadas ferroviarias con líneas del llamado ancho ibérico, que estaban arruinadas



porcionalmente a imponer el «bloqueo telefónico» por medio del popular teléfono «escalonado», que aún subsiste hoy en día, aunque sólo sea como último recurso de emergencia en caso de fallo generalizado de otros sistemas más sofisticados de seguridad. En general, el circuito para el escalonado telefónico era un conductor de hierro, bronce o cobre, y retorno por tierra.

Este sistema primitivo de comunicación escalonada telefónica se empieza a aplicar desde 1900, completándose a partir de 1922 con la telefonía selectiva, que es una comunicación de explotación que se define en el apartado siguiente.

## Comunicación relacionada con la explotación

A medida que iba avanzando el siglo XIX, las comunicaciones telefónicas no exclusivas de «seguridad o bloqueo» se fueron diversificando y multiplicando, por lo que hubo que implementar un nuevo circuito bifilar denominado de «sección», que se establecía a todo lo largo de la línea, pero que sólo «entraba», o tenía acometida, en las estaciones importantes. Era un sistema «abierto» donde «todos» podían comunicar con «todos» y la llamada se realizaba a través de un teléfono de magneto, mediante códigos de toques largos y cortos.

Existían, y todavía existen, dos filosofías de establecer las comunicaciones de explotación y, por tanto, de implantar las telecomunicaciones en el ferrocarril: la americana, orientada a las mercancías en grandes distancias, y la europea, enfocada al tráfico mixto de viajeros y mercancías. En España se seguía, por lo general, el modelo europeo. Entre los diferentes tipos de comunicaciones de explotación se pueden señalar los siguientes:

### Dispatching

En el *dispatching*, conocido así por su origen americano, las órdenes de la circulación se centralizaban en el puesto de mando, conocido como agente regulador telefónico; si bien las comunicaciones de seguridad se seguían realizando a través de la comunicación escalonada.

Sin embargo, cuando en determinadas circunstancias se prescindía del personal en las estaciones,

los enclavamientos de seguridad y el bloqueo del trayecto se integraban en una sola mesa, dando lugar al Control de Tráfico Centralizado o CTC.

Este sistema, muy común en Norteamérica, se introdujo en España de forma excepcional, con la «ayuda americana» de los años cincuenta, en la línea Brañuelas-Ponferrada en 1953. Fue suministrado por General Railway Signal (GRS), y el puesto de mando se situó en Ponferrada.



### Selectivo centralizado o «dispatching atenuado»

Cuando la densidad de circulación de trenes por una línea comenzó a ser importante, surgió la necesidad de implantar un Centro Regulador que estableciera las prioridades y «ordenara» el tráfico, sobre todo cuando por incidencias no podían respetarse estrictamente los horarios preestablecidos. Este Centro Regulador o Puesto de Mando de la línea no tenía responsabilidades en la «seguridad» de la circulación, que seguía reposando en el «escalonado», y después en los diferentes sistemas de bloqueo automático y enclavamiento. Su función era la de coordinación y supervisión de la explotación. Para ello se dispuso de un circuito adicional bifilar de cobre de 3 mm de diámetro, y de un equipo conocido popularmente como *Western*, fabricado por Standard Eléctrica, empresa perteneciente al grupo ITT (Internacional Telephone and Telegraph Co.).



Enclavamientos mecánicos de concentración de palancas. El control del accionamiento de las agujas de cambio de vías se hacía desde la propia estación, evitando de esta forma el desplazamiento de un agente al punto donde se hacía el cambio

Mesa de comunicaciones de Lérida, donde se aprecia un conjunto de teléfonos, aparatos de cronometría y un telégrafo morse. Este equipamiento perduró hasta los años sesenta del pasado siglo

Puesto de mando de una estación desde donde se dirige el tráfico ferroviario. Es un control centralizado de equipos electromecánicos

A través de este sistema se tenía acceso a todas las estaciones de la línea, mediante una llamada selectiva individualizada, o una llamada general realizada a través de un código de impulsos codificados que era detectado por el selector de cada estación. El sistema también era «abierto» y se le denominaba selectivo «centralizado» o «dispatching atenuado», y se enmarcaba dentro del modelo europeo.

En este caso y a diferencia del control de tráfico centralizado, el agente regulador telefónico solamente coordinaba la explotación con los Jefes de estación y con los responsables de tracción, realizando un seguimiento constante de los trenes mediante unos gráficos elaborados manualmente. Ésta es la diferencia esencial entre el «selectivo centralizado» (sin responsabilidad en la seguridad), y el CTC (Control Tráfico Centralizado), que sí asume la seguridad.

Es de justicia hacer mención a Antonio Gibert Salinas, quien no fue ingeniero de telecomunicación, pero al que se puede considerar el abuelo de las telecomunicaciones ferroviarias en España. En cierta ocasión comentaba que este sistema no sólo era de una extraordinaria utilidad en el uso ferroviario, especialmente en caso de accidentes, sino en muchas ocasiones ajenas al mismo. Recordaba cómo, durante el movimiento revolucionario de 1934, vigilaba una noche desde la estación de Atocha, en Madrid, la marcha del expreso Madrid-Barcelona. Al pedir noticias a Arcos de Jalón, le fueron saliendo «espontáneamente» los operadores de regulación de Torralba, Sigüenza, Baidés, etc., que lógicamente debían estar «a la escucha». De esta forma, en menos de tres minutos quedó enterado de la situación política en todos los pueblos del recorrido.



#### Selectivo descentralizado

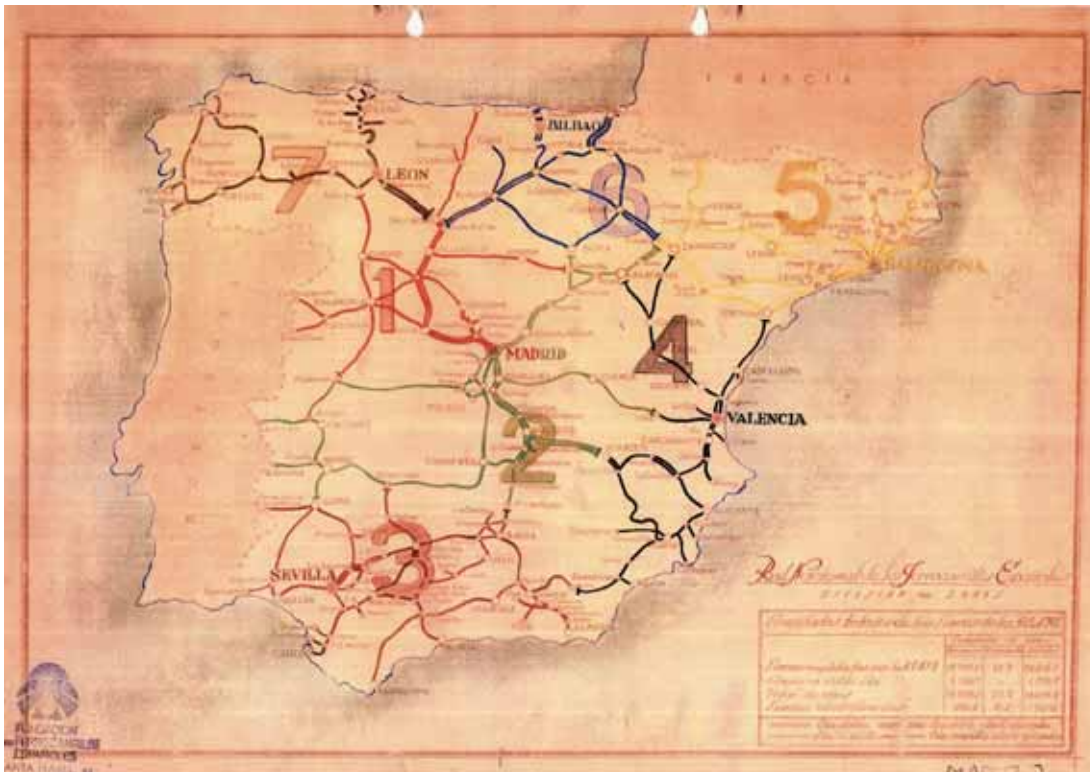
Posteriormente el teléfono de cada aparato de «sección», se convirtió en «descentralizado» al incorporar un dispositivo de llamada selectiva por disco, en lugar de la rudimentaria magneto. Sin embargo, seguía siendo una línea «abierta» compartida o *party line*, que aunque inicialmente utilizaban los Jefes de sección de línea (de ahí su nombre), después se hizo de uso general entre los diferentes servicios, como *Vías y obras*, *Material rodante*, *Comercial*, *Mantenimiento*, *Subestaciones de electrificación*, etc. Hoy en día este método ha sido reemplazado por la telefonía automática convencional que ha eliminado los inconvenientes de un único circuito.

El selectivo descentralizado, que también seguía el modelo europeo, prescindía del puesto central o de mando, y permitía que sobre otro circuito bifilar diferente del centralizado, cualquier estación pudiera seleccionar por disco a cualquier otra. Además en algunos puntos podía conectarse a una centralita telefónica automática o manual de uso exclusivamente ferroviario. El sistema usado en RENFE era de Siemens.

### Comunicación relacionada con la gestión

A medida que va avanzando el siglo XX se empieza a mejorar la eficacia de los servicios ferroviarios con la inclusión de diversos sistemas de telecomunicaciones, que podríamos denominar convencionales o de gestión administrativa, como los comerciales, logísticos, o de mantenimiento, para diferenciarlos de los específicamente ferroviarios o de explotación, a los que nos hemos venido refiriendo anteriormente. De esta forma, las centralitas telefónicas, manuales o automáticas de ámbito local fueron el origen incipiente de posteriores redes más amplias de ámbito zonal o nacional.

Durante un tiempo estuvieron coexistiendo las centralitas manuales, que desaparecieron entre los años sesenta y setenta, con las automáticas, que empezaron a instalarse entre los años



Para su explotación RENFE optó por dividir el servicio en siete grandes zonas, cuyas cabeceras eran: zona 1ª Madrid (Príncipe Pío); zona 2ª Madrid (Atocha); zona 3ª Sevilla; zona 4ª Valencia; zona 5ª Barcelona; zona 6ª Bilbao y zona 7ª León. En la imagen se aprecian las diferentes zonas en las que se dividía el servicio y el ámbito geográfico de cada una de ellas

treinta y cuarenta y que eran del tipo Rotary de Standard Eléctrica. Estas centralitas se ubicaban en las cabeceras de las siete zonas en las que se había dividido el servicio ferroviario: Madrid (Príncipe Pío y Atocha), Sevilla, Valencia, Barcelona, León y Bilbao.

Sin embargo, el pésimo estado de las líneas dificultaba, cuando no impedía, los enlaces de larga distancia. Para soslayar el problema se diseñó en el año 1960, y posteriormente se instaló, una red de radio de onda corta, mediante emisoras ACEC, construidas en Charleroi (Bélgica). Tanto en el proyecto como en su ejecución intervinieron por primera vez ingenieros de telecomunicación de la propia RENFE, como Lerín o Borondo, entre otros.

Es importante no olvidar que por entonces la tecnología punta se basaba en válvulas electrónicas, condensadores, resistencias, relés electromecánicos y cables de cobre con aislamiento de pulpa de papel y cubierta de plomo, aunque estos últimos nunca se utilizaron en el ferrocarril español.

Pero las comunicaciones para servicio general no sólo requerían la transmisión de voz, sino que, en muchos casos, se precisaba que fueran escritas, por lo que al telégrafo clásico le vino a sustituir, en los años cincuenta, una nueva forma de telegrafía: el teleimpresor o teletipo. Las comunicaciones por medio de un teletipo funcionaban a través de un circuito punto a punto desde una sala central en Madrid, en Príncipe Pío. La velocidad de transmisión en los circuitos telegráficos era de 50 baudios.

La mejora de la cantidad y calidad de los medios de transmisión de larga distancia tuvo así dos opciones.

Por un lado se encontraba la red de radio, ya mencionada, que supuso un despliegue rápido y comparativamente económico como inversión y como mantenimiento.

Las emisoras de radio se instalaron en todas las cabeceras de zona y estaciones importantes, que eran más de treinta y los canales de radio se utilizaban para transmitir telefonía y telegrafía, a 50 baudios, con una potencia de 250 vatios. Sin embargo, la tecnología al uso no permitió superar la inseguridad de la propagación en esas frecuencias, por lo que esta solución fue progresivamente abandonada y, por qué no decirlo, muchos ferroviarios clásicos veían con recelo ese «misterio moderno» de la transmisión inalámbrica. Su fe estaba en lo que tocaban: los raíles y los conductores que están bien visibles y tangibles.

Por otro lado, se concentró un gran esfuerzo en la reconstrucción de líneas aéreas de hilo de cobre desnudo con la incorporación de circuitos bifilares de cobre y de sistemas de frecuencias

de portadoras monocanales, tricanales y de doce canales, lo que supuso un proceso mucho más lento con inversiones elevadas, y un posterior mantenimiento complejo y problemático.

Con esta opción el selectivo descentralizado se usaba como «portador» de alta frecuencia colocando filtros separadores en las estaciones para los sistemas monocanales de Ericsson, e incluso de tres canales: los SOT de Standard Eléctrica. Para los sistemas de 12 canales, los «J» de Standard, se utilizaron circuitos de uso exclusivo.

## Comunicaciones especiales

Una categoría aparte la forman las denominadas comunicaciones especiales, que se utilizaban para emergencias, accidentes, trabajos, o información, entre otras cosas. Dependiendo del tipo de comunicación a realizar se empleaban distintos tipos de tecnologías, algunas de las cuales se describen a continuación.

### Teléfonos portátiles

Estos teléfonos, que se empezaron a usar en los años cuarenta eran algo imprescindible para los maquinistas, y para el personal de conservación de la vía y de las instalaciones, al permitir la comunicación directa con el Puesto de Mando y con las estaciones donde estuviera establecida esta red. Para ello el maquinista se conectaba al circuito bifilar del selectivo centralizado, que se encontraba en la cruceta del poste, ayudado de una pértiga, lo que le permitía la comunicación con el Puesto de Mando. El circuito bifilar al que se tenía que conectar era fácil de identificar al llevar dos placas metálicas bien visibles en la cruceta del poste.

Durante muchos años el único suministrador de este tipo de teléfonos, que eran del mismo tipo robusto que los de uso militar, fue Ericsson, aunque posteriormente también lo fueron Standard Eléctrica y Revenga.

### Estaciones radio móviles o transportables

Se trataba de las emisoras MARK de 25 vatios y tenían las mismas características que las militares: onda corta de 2 a 8 M c/s. Funcionaban a través de una transmisión «simple», en la que la antena de emergencia era un hilo aislado de 20 m y tenían un alcance unos 25 km que en condiciones favorables era mucho mayor. Se establecieron cuatro redes casi permanentes:

- Madrid con Salamanca, Valladolid y Calatayud
- Valencia con Albacete, Murcia y Barcelona
- León con Monforte y Oviedo
- Málaga con Almería

Fueron muy eficaces para agilizar los transportes de carbón en la zona séptima (León), y de naranjas en las zonas cuarta (Valencia) y quinta (Barcelona), al comunicar la situación de estas mercancías.

### «Pequeños» radioteléfonos portátiles

Los «pequeños» radioteléfonos portátiles se usaban para explorar la vía en caso de temporales, comunicando de esta forma con las estaciones contiguas. También se utilizaban para realizar trabajos en túneles largos y para facilitar el enfoque de las señales luminosas. Pero entre todas las funciones que tenía hay que destacar una comunicación importantísima que

Teléfono de campaña. Los teléfonos de campaña se utilizaban para comunicarse desde la red telefónica, que iba paralela a la red del ferrocarril, con el puesto de mando y con las estaciones más próximas. Es un teléfono muy robusto, a prueba de golpes y caídas, y estaba destinado a los maquinistas y al personal de vía y mantenimiento





era la de «tren completo». En los casos de doble tracción servían también para la coordinación entre las dos máquinas.

Estos radioteléfonos eran de Standard Eléctrica, tenían un tamaño de 38 x 9 x 15 cm y un peso 1,5 kg. La banda en la que funcionaban era la de 5 a 6 Mc/s y tenían un alcance medio de 5 km, situándose su máximo en los 10 km.

### *Megafonía*

La megafonía se utilizaba tanto en las estaciones de viajeros, para orientar al público con informaciones diversas, como en las estaciones de clasificación y formación de trenes de mercancías. En este segundo caso, se usaban para dar instrucciones a los agentes dispersos en las enormes «playas» de vías.

### *Instalaciones en talleres*

En talleres de grandes dimensiones y espaciosa nave de mantenimiento y reparación de locomotoras y material móvil, como Atocha (Madrid), San Andrés (Barcelona), Valladolid, Villaverde (Madrid), Málaga, etc., se perdía un tiempo precioso buscando y encontrando a los agentes especializados o a sus superiores. Dada su constante movilidad, el teléfono no servía y los altavoces tampoco debido al ruido del ambiente. Así surgió en 1950 el denominado «busca» que fue un precursor de los modernos teleindicadores. Eran sencillos paneles en los que aparecía en grandes dimensiones el número iluminado de la persona «buscada».

## Comunicación relacionada con los sistemas de mando y control

A media que va avanzando el siglo XX surgen otros sistemas. Se trata de los sistemas de mando y control centralizado, o «telemandos», que se utilizan para subestaciones de electrificación, para seccionadores de catenaria, para enclavamientos y señales (CTC), para detección de anomalías (ejes calientes o caída objetos, entre otros), CTV, alarmas, por citar algunos. También se pueden incluir en este grupo los sistemas de comunicación permanente con los trenes en movimiento, como el sistema Radio Tren-Tierra, o el GSM-R (GSM Railways) que se ha implantado recientemente.

## Periodo de 1960 a 1975: Plan de Modernización y Planes de Electrificación

Hasta el año 1960, los escasos recursos dedicados al ferrocarril se empleaban en los dos aspectos prioritarios: la vía, que estaba maltrecha por la escasa inversión en los últimos treinta años y el deficiente mantenimiento, y el material móvil como las locomotoras, los coches de viajeros y los vagones. Para el resto apenas quedaba dinero, y los teléfonos y los equipos telegráficos, y en general las telecomunicaciones, se veían afectadas por esta situación.

El servicio era deficiente e inseguro debido al estado de las líneas de transmisión, la mayoría de hierro de 4 mm, con una sección real de 2, o incluso 1 mm., y en muchos casos unifilares con retorno por tierra. Se conservaba todavía la servidumbre heredada de las antiguas compañías ferroviarias, por la que RENFE debía conservar los conductores de los Telégrafos del Estado (Dirección General de Correos y Telégrafos) que se encontraban sobre los postes de RENFE. Estos conductores se identificaban fácilmente al ser de hierro y tener aisladores de porcelana, contrastando con los de RENFE que eran de vidrio, como los de la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) y conductores de cobre o bronce.

La recuperación de España después de la etapa de posguerra, se tradujo en RENFE en el primer Plan de Modernización que se realizó a mediados de la década de los años sesenta. Importantes préstamos del Banco Mundial permitieron acometer mejoras sustanciales en telecomunicaciones centradas en cinco grandes apartados, que se van a resumir a continuación.

Puesto de alta frecuencia en la línea Córdoba-Sevilla. Los puestos de alta frecuencia se utilizaban para cubrir las largas distancias, tanto de telefonía como de telegrafía. Éste de la fotografía corresponde a la década de los años cincuenta del siglo XX.

## Mejora de líneas

Al ser la base de unas comunicaciones eficientes en calidad y fiabilidad, la mejora de líneas absorbió la parte más importante de los recursos financieros.

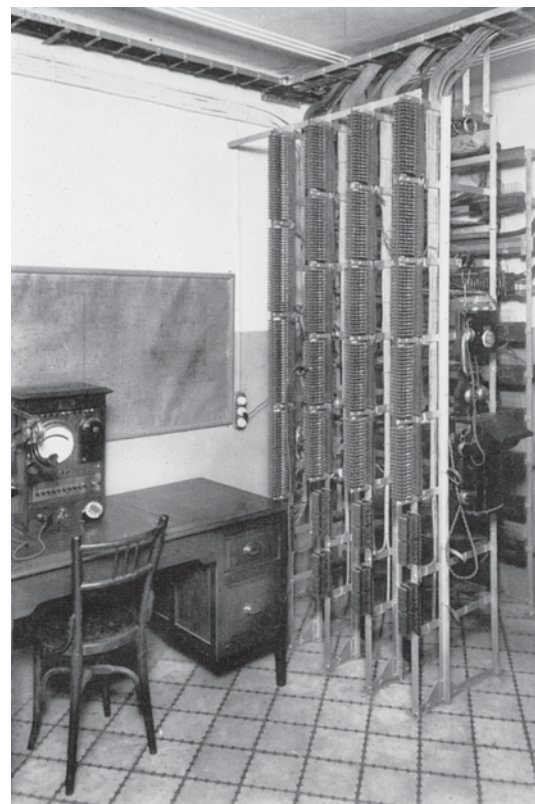
En 1965 ya se habían reconstruido más de 4.000 km, según unas Normas de Construcción realizadas en la División de Comunicaciones por Manuel Carvajal, ingeniero técnico de telecomunicación, que a su vez fue su principal director de obras, y que dependía de la División de Comunicaciones liderada por Mariano Puebla.

A partir de ese año comenzó a instalarse un cable de larga distancia entre Madrid e Irún. El cable lo fabricó Cables de Lyon tras un concurso internacional en el que también hubo varias adjudicaciones a Standard Eléctrica (Maliaño). Este cable era una novedad absoluta en España, ya que se trataba de un cable de cuadretes de cobre de 0,9 mm con un aislamiento de polietileno celular, autosoportado en «8», con cobre y sustentador de acero y cubierta PAP (Polietileno-Aluminio-Polietileno). El cable contaba también con una pantalla de aluminio para la protección ante las perturbaciones de la electrificación, cuyo plan específico se iba a acometer por esas mismas fechas. El equilibrado y empalme de este tipo de cable sólo lo conocía en España el personal de la CTNE (Telefónica) y para solventarlo se colocó en los extremos de los rollos de cable, que tenían 460 m de longitud, semiconectores enchufables en campo. El cable se empezó a instalar en España en 1967, siendo RENFE la pionera.

Ciertos cuadretes se «cargaban» con bobinas Pupin (H-66) cada 1.840 m para reducir la atenuación y conseguir una respuesta plana en audiofrecuencia. Sin embargo, la pupinización actuaba como un «filtro paso bajo» y sólo se usaba para comunicaciones de voz en baja frecuencia y con repetidores de «4 hilos», que daban servicio al selectivo centralizado (Puesto de Mando), el descentralizado de uso general, y el descentralizado para uso exclusivo de las subestaciones rectificadoras de electrificación.

Por otro lado, los circuitos «no cargados» se usaban para el «teléfono escalonado» entre estaciones, los circuitos de vía, el telemando de las subestaciones, la cronometría, la telefonía automática y para sistemas de «portadoras» como el «K» de Standard Eléctrica y posteriormente los MIC (Modulación Impulsos Codificados). A partir de los años ochenta uno o varios de estos cuadretes se destinaron a la comunicación en «audio» del sistema de radio móvil Tren-Tierra, que tenía carácter analógico, siguiendo la norma de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles), como luego se verá.

Concluido el Plan de Modernización con financiación internacional, RENFE continuó desarrollando varios programas de electrificación que alcanzaron a toda la Red Principal, el 60 por 100 de las líneas, siempre con cables autosoportados, aunque modificados. Por ejemplo, los cazadores demostraron ser un enemigo mortal al comenzar el otoño, por lo que la «blanda» cubierta PAP, debió pasar al EAPSP (Estanca de Polietileno-Aluminio-Acero-Polietileno) para evitar la entrada de perdigones y de agua. Sin embargo, cuando ésta o la humedad se introducían en el cable circulaban libremente por él como si de una tubería de plástico se tratase, modificando la capacidad entre los conductores y el aislamiento y, en definitiva, las características de transmisión. Por este motivo, se inyectó en el interior de los cables «gel de petróleo», petróleo, que bloqueaba el paso del agua.



Así se completó la red de cables autoportados de RENFE que llegó a cubrir casi 2.000 km. Las formaciones eran 7, 10, 12, 14, 19 y 25 cuadretes en estrella y todas las líneas electrificadas fueron dotadas de cables.

Esta larga tarea de la implementación de la red de cables fue desarrollada por dos ingenieros de telecomunicación. Iniciada y desarrollada en su primera fase por Víctor Reviriego fue completada ampliamente años más tarde por Santiago Cobo.

## Teletipos

En RENFE comenzaron a utilizarse los teletipos en 1959 en los departamentos de Movimiento, Comercial y Controles de Dirección (primitiva Informática), así como también en la Dirección General y en las Direcciones de las siete zonas.

La transmisión era a 50 Baudios, mediante enlaces punto a punto, realizada a través de canales telegráficos por líneas o cables propiedad de RENFE, con retransmisión de la cinta perforada en los casos necesarios.

## Comunicaciones en alta frecuencia

Estas comunicaciones eran necesarias para cubrir las largas distancias, tanto de telefonía (voz), como de telegrafía (teletipos), y se realizaba a través de las líneas aéreas o de los cables autoportados con los equipos de tres canales y doce canales.

Enlazaban la Dirección General y organismos centrales (Movimiento, Material y Tracción Comercial, etc.), con las cabeceras de zona, comunicando también los Puestos de Mando. De estos últimos había uno Principal y varios Auxiliares en cada una de las zonas.

## Puesto de mando y centrales telefónicas

Un aspecto importantísimo que cubrió el Plan de Modernización fue precisamente la «modernización» de los Puestos de Mando del Selectivo Centralizado. Se sustituyeron todos los Principales, que coincidían con las siete cabezeras de zona: Atocha, Príncipe Pio, Sevilla, Valencia, Barcelona, León y Bilbao, por otros de tecnología a relés, que incorporaban una incipiente electrónica de los años sesenta. El fabricante, Jeumont-Schneider, era el mismo que suministraba estos equipos a los SNCF, ferrocarriles franceses, y estaba representado en España por LIENA, que posteriormente, sería ENA. El otro vástago de LIENA fue SINTEL, que se convertiría en el instalador de la CTNE.

En las líneas dotadas de cable, la transmisión en audiofrecuencia dejó de ser bifilar, para usar un cuadrete con un par para la emisión, otro par para la recepción, y el circuito «fantasma» del cuadrete para transmitir el código selectivo de llamada a 50 Hz. La mayor atenuación del cable obligó a disponer de repetidores, a cuatro hilos, cada 50 km. Lo mismo sucedió con el selectivo descentralizado. De esta forma los circuitos bifilares de hilo desnudo se sustituyeron por cuadretes y los equipos de estación centralizados (Western), descentralizados (Siemens) y escalonados de magneto lo fueron por modernos pupitres-centralita donde se integraban en un solo aparato todas las comunicaciones de la estación. En este capítulo tuvo un papel destacadísimo el ingeniero de telecomunicación Rafael Cano, que también dependía del departamento de Mariano Puebla.

Como curiosidad hay que mencionar que en la mentalidad «conservadora» de aquellos agentes ferroviarios, la sustitución del entrañable y arcaico «Western» por un moderno sistema «casi electrónico», no fue acogida, precisamente, con entusiasmo, lo mismo que había sucedido con los cables.

En este apartado también debemos incluir las numerosas instalaciones megafónicas de información, la nueva cronometría en las estaciones importantes, con relojes sincronizados con un par de cables desde centrales horarias y relojes patrón y los primeros teleindicadores automáticos: TeleNorma y Solari. Mención aparte merecen las entonces modernas centrales automáti-

cas, sistema «Pentomat» (barras cruzadas) de Standard, que eran la versión privada de las centralitas Pentaconta y que comenzaron a sustituir a las vetustas «Rotary». Posteriormente se empezó a implantar lo que era «el último grito» en centralitas: las «Cross-point» de Siemens, todavía electromecánicas.

## Normalización, Formación y Mantenimiento

En la década de los sesenta se hizo un considerable y meritorio esfuerzo en la preparación de Normas y Especificaciones, que sirvieran para el personal propio, en temas de formación y mantenimiento, y para la contratación, que se hacía siempre por concurso público. En este sentido, se colaboró intensamente con la Dirección de Organización, Métodos y Formación en la preparación de cursos, e impartiendo clases teóricas y prácticas. También se sentaron las bases de un Mantenimiento organizado y sistemático con personal y medios propios; fue el «Libro Verde» que elaboró el ingeniero de telecomunicación Manuel Borondo, con la colaboración de todo el personal de la División de Comunicaciones y, en especial, del ingeniero técnico Manuel Brizuela.

También en esta etapa, los oficiales de comunicaciones y ayudantes de línea que actuaban aisladamente fueron agrupados en sectores al mando de un encargado, al mismo tiempo que se les dotó de vehículos propios, que les daban autonomía y flexibilidad. Se creó también la categoría de oficial especialista, existiendo cuatro especialidades diferentes.

Finalmente RENFE, que venía participando en diversas «comisiones técnicas» en el seno de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles), con sede en París, comenzó a hacerlo también en el marco de las telecomunicaciones, designando como representante al ingeniero de telecomunicación Víctor Reviriego, quien, nada más incorporarse a su puesto, fue elegido para presidir uno de los grupos de trabajo, precisamente el Grupo Radio, cargo que desempeñó hasta su salida de RENFE en 1988. Entre otras muchas realizaciones, este grupo estableció la Norma de obligado cumplimiento (Ficha 751) para las comunicaciones Tren-Tierra, que están operando en muchas líneas de Europa, y en todas las importantes de España. El sistema era analógico, permitía la voz y los datos y funcionaba en la banda de 460 Mhz.

Esta norma sigue estando operativa, si bien recientemente la UIC ha aprobado un nuevo sistema digital, el GSM-R, que además se utilizará para la Seguridad y Control de trenes, por el sistema ERTMS (Nivel 2). European Railways Traffic Management System.

## Periodo de 1975 a 1985: las innovaciones tecnológicas

En los años sesenta se hicieron los primeros intentos para que el servicio de las telecomunicaciones ferroviarias pasase a formar parte de la CTNE. Sin embargo, es en este período con el desarrollo acelerado de la teleinformática y con las redes de transmisión de datos cuando se produce en este sentido una tremenda ofensiva a los más altos niveles.

Hay que considerar que RENFE, con un tráfico telefónico y de teletipo de gran volumen a nivel nacional, regional y local, era además un cliente potencial importantísimo para los servicios de transmisión de datos, ya fueran punto a punto, o a través de X-25.

Tras algunos titubeos y negociaciones, RENFE optó por continuar desarrollando su propia red, que en esta década tuvo un desarrollo espectacular cuantitativa y cualitativamente hablan-

Vista general del puesto de mando de Madrid-Atocha. Corresponde a la línea de alta velocidad Madrid Sevilla, año 1992. Desde este puesto central se gobiernan no sólo las instalaciones de seguridad, sino también todas las demás instalaciones como televisión en circuito cerrado, información a viajeros, sistemas de detección de caídas de objetos a la vía, detección de caldeos y telemando de la electrificación. Con la puesta en marcha de este puesto se elimina el personal de las estaciones



do<sup>1</sup>. Una especie de edad de oro, en la que destacan los estudios, arranque y desarrollo de hitos tan importantes como las comunicaciones Tren-Tierra, las centralitas de conmutación electrónica (espacial y temporal), el cable coaxial, el cable de fibra óptica, la automatización de la red de teletipos, el telefax, la transmisión de datos, los detectores de caldeos, el centro de control de telecomunicaciones, etc., algunos de los cuales se detallan a continuación.

El hecho de que la red de telecomunicaciones de RENFE siguiera siendo independiente de la red de CNTE se debió a varias razones. Por un lado, la extensión y características de la red de RENFE la hacían interesante como red para la Defensa Nacional, ya que, aunque modestamente, era una alternativa civil a la de la CTNE, e incluso a la de Telégrafos. Por otro lado, la CTNE sólo estaba interesada en los servicios de telefonía general (convencionales), teletipos y de datos, pero no quería hacerse cargo de los sistemas específicamente de operación ferroviaria (selectivos, escalonados, telemando, etc.) lo que le habría obligado a mantener una red especializada de líneas y cables para transmisión de dicho servicio. La labor de eficaz colaboración y mutuo beneficio que se venía desarrollando desde hacía años con la Dirección de Correos y Telégrafos, se fue materializando en esta década con la instalación y explotación conjunta de diversos radioenlaces por microondas, el primero de los cuales fue el de Madrid-Zaragoza, de Telettra, en los que se compartían costes de inversión y gastos de mantenimiento, también ayudó a mantener la independencia de esta red. Por último, la propia UIC recomendaba encarecidamente que las empresas ferroviarias dispusieran de una red propia de telecomunicaciones, independiente de las redes públicas comerciales (Reunión de París de 1966).

En esta época hay que destacar la importancia que tuvieron los enclavamientos electrónicos. Hasta los años ochenta este campo estaba acotado al ámbito de los enclavamientos a relés. Los enclavamientos son dispositivos, basados en normas y procedimientos, que permitían la circulación o estacionamiento de trenes en estaciones o en trayectos con unas condiciones de «seguridad intrínseca» o «fail safe». Ante cualquier fallo se aumentaba la seguridad a través de técnicas de ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica o informática. Los «enclavamientos» se consideraban un tabú reservado para los especialistas de la «seguridad intrínseca», o «fail safe», y era defendido a capa y espada como un reducto inexpugnable por este gremio. Pero también en este campo «casi sagrado» irrumpieron las empresas e ingenieros de telecomunicación españoles que, tras superar enormes obstáculos y dificultades, casi siempre «artificiales», lograron un éxito histórico en el ferrocarril español al conseguir la homologación de un enclavamiento electrónico, totalmente español: ELIOP, COBRA y ENYSE.

## Tren-Tierra

Estaba comprobado que ciertos accidentes ferroviarios, como los choques o los alcances, podían ser evitados mediante una comunicación entre el Puesto de Mando y el maquinista del tren en circulación. Se habían hecho diversos estudios, y algunos ensayos piloto. Concretamente dos: uno de radio, que seguía la norma de la UIC y que ya se ha mencionado, y otro utilizando la «catenaria», hilo de contacto de tracción, como soporte de un sistema de alta frecuencia, en la línea Madrid-Villalba-Escorial. Finalmente se convocó un concurso. La adjudicación al sistema UIC fue muy debatida y se tomó una solución casi salomónica: los equipos de tierra se adjudicaron a Standard Eléctrica, que estaba empezando a equipar la red belga (SNCB) y los equipos móviles (de abordó) a AEG-Telefunken, que había equipado toda la red alemana de la DB. Sin embargo, se pidió a Standard que suministrara algunos equipos embarcados, y a AEG que instalara los puestos fijos de tierra en el trayecto más complicado para la propagación radioeléctrica: León-Gijón, que se puso en servicio entre 1982 y 1983.

<sup>1</sup> Este hecho resultó muy interesante cuando se produjo la liberalización de las telecomunicaciones, al poder ofertar la red más completa y extensa de España, después de la de Telefónica, convirtiéndola, de esta forma, en un saneado negocio «extra-ferroviario», que a la vez cubría eficazmente las necesidades internas de la compañía.

En fases sucesivas se fue dotando con este sistema a todos los trenes y todas las líneas de la red principal. En la actualidad todo el equipamiento es de Alcatel, habiéndose realizado la última adquisición importante para el AVE Madrid-Sevilla en 1992. Recientemente se ha sustituido por el nuevo GSM-R de Siemens.

### Centralitas telefónicas

Sala de operadoras de centralita telefónica de la red privada de RENFE

En este periodo se fue completando lentamente la automatización telefónica con centrales de hasta 2.000 líneas de capacidad de Standard y Siemens. La topología se basaba en unas centrales «nodales» o de tránsito, con un sistema de numeración cerrada de cinco cifras.

Hay que destacar que en 1976, y en plan experimental, se instaló en Sants (Barcelona) la primera central electrónica de tecnología digital que funcionó en España. Fue suministrada por Jeumont-Schneider y era idéntica a otra de 600 extensiones que tenía SNCF, los ferrocarriles franceses.



### Cables

En esta etapa se continuó con la instalación de cables de cuadretes que, en general, eran subterráneos y se tendió el único cable coaxial que ha existido en RENFE entre Madrid y Alcázar (150 km).

Por otro lado, en 1982 RENFE debía enlazar las nuevas centrales telefónicas de Chamartín y Atocha, ambas en Madrid con una distancia de 9,5 km. En el túnel que las une, conocido con el nombre de «tubo de la risa», circulaban las nuevas unidades eléctricas que producían perturbaciones. Por ello, y aunque la fibra óptica era, por entonces, una perfecta desconocida, se decidió enlazarlas mediante un cable portador de cuatro fibras ópticas, que hubo que empalmar en el túnel y de noche. Fue el primero de España en estar operativo y en uso real, por lo que se convirtió en un éxito y un precedente.

### Automatización de los teletipos

El sistema de retransmisión manual de las cintas perforadas que se realizaba en las «salas de teletipos», en Príncipe Pío había más de 80 máquinas, resultaba lento e inseguro debido al volumen de tráfico. La automatización se consiguió mediante los Centros de Gestión de Mensajes (CGM) por ordenador. Se instaló uno en Madrid y otros cinco en las zonas periféricas que permitían el «almacenamiento inmediato» del mensaje recibido y el «reenvío» al destinatario tan pronto como éste tuviera la línea libre. El suministrador fue SAGEM, y los responsables en RENFE fueron Luis García-Tassias y Jesús González Roldán, que también lo fueron del Centro de Control de Telecomunicaciones de Atocha, del que se habla a continuación.

### Centro de Control de Telecomunicaciones

La envergadura de la Red de RENFE y su complejidad aconsejaban concentrar el control y supervisión de los sistemas de telefonía, telegrafía (50 Baudios) y datos (hasta 9.600 bps) en un espacio apropiado.

En Atocha existía un antiguo edificio de dos plantas con un sótano abandonado desde hacía años, invadido por la miseria y las ratas. Su emplazamiento era el idóneo, por lo que tras una larga y costosa rehabilitación se transformó en el flamante Centro de Control de Telecomunicaciones, CCT, en el que, además de alojar el CGM, se colocaron todos los sistemas terminales de alta frecuencia y larga distancia que convergían en Madrid.

Su importancia y eficacia fueron aumentando con el tiempo y hoy día es una instalación modélica, orgullo de los ingenieros de telecomunicación y demás técnicos de RENFE.

## Transmisión de Datos

RENFE fue pionera en España en el uso de ordenadores y en la utilización de la informática a finales de los cincuenta, anticipándose incluso a los bancos y líneas aéreas.

Las primeras aplicaciones eran puramente administrativas y se dedicaban a funciones relacionadas con las nóminas o la contabilidad; pero a mediados de los años sesenta el ya mencionado Departamento de Controles de Dirección, luego denominado Sistemas de Información, se embarcó en una innovación que nadie en Europa había intentado antes: la venta anticipada



de billetes, con inclusión de la reserva del asiento, que, basado en ordenadores de Siemens, se puso en servicio dos años después: en 1967.

Al principio, los teleimpresores trabajaban con canales telegráficos, de 75 Baudios; pero posteriormente la velocidad se aumentó a 300/600 bps. Los circuitos de RENFE no ofrecían, por aquel entonces, la calidad y fiabilidad necesarias para un sistema que trabajaba de cara al público en tiempo real,

Enclavamiento eléctrico de los aparatos de seguridad de circulación de una estación

motivo por el cual se alquilaban circuitos «punto a punto» a la CTNE (Telefónica). Sin embargo a partir de los años 80 el número de circuitos de RENFE de 1.200/2.400 para esta aplicación comenzó a incrementarse por lo que el número de circuitos alquilados a la CTNE comenzó a disminuir.

Especial importancia tuvo la primera interconexión internacional que se hizo de este tipo, cuando RENFE dispuso en París varios pupitres de su venta electrónica y la SNCF lo hizo a su vez en Madrid. Para esta comunicación se utilizaron exclusivamente circuitos propios de las citadas compañías ferroviarias. Años después y bajo los auspicios de la UIC se constituyó en Europa la primera red específicamente ferroviaria de transmisión de datos: HERMES.

Durante años RENFE estudió la optimización de la gestión de mercancías mediante sistemas informáticos. En Europa sólo los Ferrocarriles Británicos (BR) tenían un sistema consolidado y eficiente: el TOPS. Este sistema se analizó a fondo, pero se desechó, desarrollando finalmente RENFE el suyo propio, denominado SACIM (Sistema Automatizado de Control e Información de Mercancías) en el que Juan Domínguez Montes, ingeniero de telecomunicación del Departamento de Informática, tuvo un papel destacadísimo.

Sin embargo el TOPS inspiró tres ideas técnicas que luego tuvieron un desarrollo precoz en RENFE: el telefax, para envío inmediato de los «boletines de transporte y de carga», del que se habla en el siguiente apartado; el CDC (Central Data Control), que marcó la pauta del CCT de Atocha, y que ya se ha comentado; y la «fibra óptica» que ya había comenzado a instalarse junto a las vías férreas británicas. Ésta era una consecuencia de la «liberalización» del mercado de las telecomunicaciones en Gran Bretaña. La empresa Galaxy, competidora de British Telecom,

heredera del famoso British Post Office, tenía un acuerdo con BR (British Rail) para colocar cables de fibra óptica en terrenos ferroviarios, a cambio de la cesión del uso de algunas fibras.

Aunque en España estaba aún lejano el final del monopolio de la CTNE, la constatación de que esta tecnología estaba bien consolidada y operaba sin problemas, sirvió para que RENFE colocase en 1982 el primer cable de fibra óptica, como ya se ha comentado.

### Telefacsimil (telecopiadoras)

Esta técnica sólo la usaban en España las agencias de prensa e información. Con motivo de las visitas al TOPS, se vislumbró el interés que el uso del fax podría tener, utilizando como medio de transmisión la red de telefonía analógica de RENFE. La primera aplicación fue de uso exclusivo del servicio de telecomunicaciones, aunque inmediatamente se extendió a todo tipo de instalaciones (señalización, catenaria y subestaciones). Se bautizó con el nombre de SETRA «SEguimiento y TRatamiento de Averías». Era un sistema de control centralizado y cada vez que ocurría una avería o incidencia en alguna instalación, el operario debía abrir un «parte», que inmediatamente se transmitía por fax al CCT de Atocha, donde era registrado y procesado. Cuando el «parte» se cerraba se enviaba de nuevo un fax. De esta forma se tenía una información en tiempo real sobre cualquier anomalía de la red y una información estadística «riquísima» sobre la calidad del mantenimiento y de las instalaciones, con datos como la frecuencia de las averías, las causas, los lugares, el tipo de equipamiento, o el tiempo medio de reparación, entre otros.

La acogida del fax fue muy buena y enseguida se generalizó en RENFE, queriendo en 1981 todas las Direcciones, Departamentos y Zonas tener un terminal. Los primeros fueron de la casa Muirhead, pero poco después la gran mayoría eran japoneses de Fujitsu y un año más tarde ya se tenía desplegada y operativa una red con más de setenta terminales por toda España.

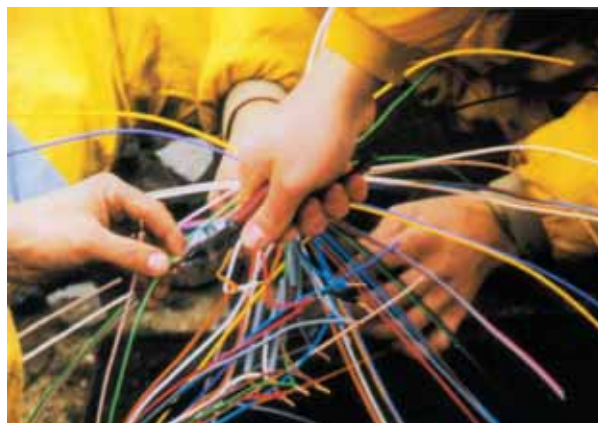
Mientras tanto en España aún no se había regulado este nuevo servicio y la CTNE (Telefónica), y Correos y Telégrafos se consideraban candidatas a prestarlo. Transcurrido más de un año la Dirección General de Correos y Telégrafos instaló un terminal en el Palacio de Comunicaciones de Madrid, situado en la plaza de Cibeles, y otro en Barcelona, en la plaza Antonio López. Los ciudadanos que deseaban utilizar aquella «maravilla» debían desplazarse hasta la oficina correspondiente.

### Sistema de detección de anomalías en la circulación de trenes

La Dirección de Material Rodante siempre había tenido la inquietud de evitar la rotura de algún eje o rueda, para remediar posibles descarrilamientos o accidentes, con o sin víctimas y, en cualquier caso, los elevados costes económicos que eso suponía y los retrasos graves en el tráfico de trenes.

Existía una forma de detectar esos defectos o calentamientos indebidos. Habitualmente se hacía coincidiendo con las paradas periódicas en algunas estaciones. Un agente de material iba palpando y golpeando con un martillo metálico y un sonido anormal acusaba cualquier defecto peligroso.

En los años setenta la Dirección de Innovación de RENFE hizo algunos ensayos, pero es en la década que nos ocupa cuando se instalan estos dispositivos en determinados puntos estratégicos de la red, que actuaban desde un emplazamiento próximo a la vía midiendo la radiación infrarroja emitida por las cajas de grasa de los ejes, que era captada mediante detectores. La





temperatura correspondiente a cada eje se transformaba en impulsos, que se transmitían por cable telefónico al equipo registrador de control de la estación inmediata. Si alguna temperatura sobrepasaba el umbral preestablecido, se disparaba una alarma, y el Jefe de Estación decidía si el tren debía ser detenido para su revisión.

Progresivamente se fueron implementando otros muchos sistemas de detección relacionados con los defectos de pantógrafo, los defectos de la catenaria, la caída de objetos a la vía, los defectos de carril o los planos en ruedas, entre otros.

## Periodo 1985 a 2005: la alta velocidad y el «negocio» de las telecomunicaciones ferroviarias

### La Alta Velocidad Española (AVE)

En este periodo se produce un hito trascendental en el ferrocarril español: la aparición de una nueva estrella llamada Alta Velocidad.

El acceso a Andalucía desde la meseta pasaba por un cuello de botella en Despeñaperros con un largo tramo de vía única, vulnerable a numerosas incidencias y con un tráfico muy intenso diurno de trenes de mercancías y nocturno de viajeros. En 1978 se estudiaron diversas alternativas para solucionar las constantes congestiones de tráfico y fue elegida la propuesta del ingeniero de telecomunicación José M.<sup>a</sup> Muñoz Aza, denominada variante de Brazatortas-Córdoba, que culminó con el denominado NAFA (Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía) aprobado en 1979 inicialmente y diseñado para una velocidad de 160 km/hora. Poco después de ser adjudicadas las obras en 1989 se decidió el cambio de ancho de vía a 1.435 mm (ancho europeo) y se le llamó AVE, Alta Velocidad Española, que significó una solución revolucionaria en muchos aspectos.

Las obras tuvieron un ritmo impresionante y el 20 de abril de 1992, coincidiendo con la Exposición Universal, se puso en servicio el nuevo tren que cubría el trayecto Madrid-Sevilla. El trazado permitía una velocidad comercial de 250 km/h, con algún tramo de 300 km/h. La tecnología de las instalaciones corrió a cargo de un Consorcio Hispano-Alemán (CHA) y, concretamente, las telecomunicaciones fueron realizadas por Siemens, excepto el Tren-tierra (analógico del UIC) del que se encargó AEG-Telefunken.

Todo el sistema, incluyendo las telecomunicaciones, señalización, electrificación o videovigilancia, por citar algunas, se diseñó para gobernarse desde un único Centro de Control, situado en Atocha, por lo que no existía personal de operación en los 472 km de recorrido de la línea, imponiéndose una ingeniería con un alto grado de «disponibilidad», que tuviera redundancias a nivel de transmisión y a nivel de enlace.

A nivel de transmisión se instalaron dos canaletas accesibles y situadas a ambos lados de la línea, en la que se tendieron cables de fibra óptica. En Atocha y Santa Justa (Sevilla) se situaron los sistemas de transmisión de 34 Kbps, redundantes, uno para cada cable, habiendo un total de 54 sistemas de transmisión de 34 Kbps. Las informaciones desde o hacia las instalaciones de vía, como la señalización, los enclavamientos, los bloques, los detectores de anomalías o los tren-tierra, entre otros se transmitían por cable de cobre hasta todos los edificios técnicos: un total de 26.

A nivel de datos se establecía la comunicación entre los sistemas, como los de gestión centralizados, telemando de señalización, telemando de telecomunicaciones, telemando de electrificación, sistema de detección de cajas calientes, de detección de caída de objetos a la vía, de teleindicadores, de megafonía, etc., todos ellos situados en el Puesto Central de Control, con los equipos remotos situados a lo largo de la línea, a través de tres tipos de redes.

La primera era la red de datos por canal dedicado, utilizada exclusivamente para señalización, que enlazaba el telemando de señalización con los enclavamientos electrónicos de la línea y el LZB (sistema de mando, protección y supervisión continua de los trenes), teniendo siempre canales redundantes.

Cabina de conducción donde se aprecia al maquinista utilizando el sistema de comunicación Tren-Tierra



La segunda era la que se denominaba red de datos integrada, que se utilizaba para la transmisión de datos a través del protocolo X-25; para el telemando de telecomunicaciones, con 42 remotas; para la electrificación de la catenaria y las subestaciones; las alarmas de los 26 edificios técnicos, que controlaban los robos o los incendios; la caída de objetos a la vía, para pasos superiores y bocas de túneles; los detectores de caja de grasa calientes y frenos agarrotados; o los teleindicadores de información. Se trataba de una red «mallada» con un Sistema de Gestión que permitía enrutamientos y conmutación de cada una de las remotas, entre otras actividades. En la actualidad esta red está evolucionando hacia una red IP.

La tercera era la red de fonía, que se utilizaba para la gestión de la explotación de esta línea de alta velocidad. Existían dos sistemas de telefonía: fija y móvil. Se utilizaban centrales telefónicas digitales de Siemens, ICOM-CS, de las que había y hay un total de 26, una en cada edificio Técnico. Los tipos de información que se transmitían a través de esta red eran:

La telefonía de Explotación: Centralizado, Descentralizado, Escalonado, Circuitos de vía, todos con conexión directa al Puesto de Mando de Atocha.

La telefonía de Administración: la Megafonía, operada desde el Puesto de Mando que permitía su activación en un andén, o sala de espera o una llamada general en cualquier estación.

La telefonía móvil o radiotelefonía Tren-Tierra: sistema que instaló AEG según la normativa UIC (analógica). Recientemente el sistema ha sido remplazado por el GSM-R de Siemens (digital).

Las imágenes con cámaras de TV a color que captaban de forma permanente, por motivos de seguridad, las imágenes de los andenes de viajeros o salas de espera de las estaciones, así como de los edificios técnicos y subestaciones. En este caso, las señales se transmitían al Puesto de Mando a través de enlaces digitales a 2 Kbps.

## El «negocio» de las telecomunicaciones ferroviarias

Hitos más destacados de este periodo:

- 1986.- Primeros enlaces digitales de larga distancia (MIC de 30 canales)
- 1989.- Sustitución de centralitas analógicas por digitales (RDSI).
- 1992.- Primera línea de alta velocidad y primeros enclavamientos electrónicos en España.
- 1996.- Instalación de nodos dinámicos inteligentes.
- 1997.- Instalación de sistemas de transmisión síncronos de gran capacidad SDH-STM- 4 (622 Mbits/s)
- 1998. - Liberalización de las telecomunicaciones comerciales. Fin del monopolio. Despliegue de la red de fibra óptica.
- 2002.- Sistema digital de radio móvil basado en GSM-R
- 2003.- Segunda línea de alta velocidad Madrid-Lérida, GSM-R, ERTMS, etc
- 2005.- Separación de Renfe operadora y ADIF (Infraestructuras)



Topología de la red de fibra óptica realizada sobre las líneas de RENFE y de FEVE; esta última se encontraba básicamente entre Gijón y Bilbao

### Evolución de las Telecomunicaciones Fijas

En 1992 la Dirección General de RENFE adoptó una decisión estratégica de enorme trascendencia en materia de telecomunicaciones. El coste de la red de datos empezaba a ser inasumible, al alquilarse en su mayor parte los circuitos a Telefónica y superar la cifra de 2.000 millones de pesetas. En este contexto RENFE se fijó como objetivo la reducción de este coste a 500 millones en cuatro años, para lo cual se aprobó una inversión de 200 millones, que se destinó a modems y equipos de transmisión de datos.

En este periodo estaba en la Dirección Corporativa de RENFE para el área de telecomunicaciones el ingeniero de telecomunicación y catedrático de la Escuela Juan Riera, siendo el responsable ejecutivo el ya mencionado ingeniero Santiago Cobo.

Poco después, en 1994 la red FERPAC de RENFE, con 350 terminales, era una réplica en el ámbito ferroviario de la red IBERPAC de Telefónica, que tenía 50 terminales. El Departamento de Informática, su principal usuario, era partidario de la red X-25, pero los responsables de telecomunicaciones se inclinaban hacia soluciones más modernas tipo IP. Este camino fue el correcto porque la red IP es hoy día el estándar más utilizado en telecomunicaciones globales, tanto para voz como para datos.

De este modo entre 1995 y 1996 la balanza se inclinó hacia una red IP, que en aquel momento contemplaba sólo los «datos», no la «voz», y estaba basada en tecnología de CISCO. Para la «voz», la tecnología era de Siemens.

En poco tiempo se pasó a sistemas de transmisión «síncronos», como el PDH/SDH con equipamiento STM-1, STM-4, y STM-16. En Madrid además se implantó un anillo DWDM (Hyperdense Wavelength División Multiplexing), nueva tecnología, en aquel momento, que permitía aumentar la capacidad de transporte de fibra óptica, pasando de los Gigabits, a los Terabits. RENFE continuaba así, como en los años setenta y ochenta, en la vanguardia de las telecomunicaciones españolas.

En este periodo la conmutación había pasado de las centrales digitales de conmutación de circuitos a las digitales con protocolos IP, que tenían una capacidad de proceso mucho mayor y permitían nuevas facilidades como la facturación, o conmutación remota, entre otras.

En 1998 se produjo otro acontecimiento que se puede calificar de auténtica revolución, y permite hablar de un «antes» y un «después» de las telecomunicaciones en el ferrocarril español. Se trata de la «liberalización» del sector, que acarrea el fin del monopolio de Telefónica, y la aparición de empresas competidoras.

Aquí jugó un papel determinante la Dirección General de Renfe, particularizada en sus directores corporativos, José María Lasala y Gonzalo Madrid, ingeniero del ICAI el primero e industrial el segundo, que vieron la oportunidad única, y quizá irrepetible, de conseguir una extensa red de cables de fibra óptica de media y alta capacidad, que se pudiera autofinanciar con futuros clientes, mediante contratos plurianuales de alquiler. Así se firmó el primer contrato de HERMES<sup>2</sup>, sociedad que gestionaba una red europea de transmisión de datos, para instalar un cable de fibra óptica, que, entrando por Irún, bajaría hasta Madrid, para continuar hacia Valencia y Barcelona, y salir hacia Francia por Port Bou, formando una gigantesca «U» sobre el mapa de España. El segundo contrato fue con British Telecom, BT, y después vinieron muchos más. La construcción de la red óptica fue coordinada por Santiago Cobo y en su desarrollo, en calidad de directores de todo el conjunto de las obras, tuvieron una intervención decisiva los ingenieros de telecomunicación, José Luis Ruiz Martín y Félix Vergara Escobar.

En el año 2000 la longitud de los cables de fibra óptica (FO) superaba ampliamente los 10.000 km, siendo la segunda red más importante después de la de Telefónica. La red troncal estaba formada por cables de 64 FO, y la metropolitana (Madrid, Barcelona, Bilbao, etc.) por cables de 128 FO. Esta red ya se había amortizado a los dos años y medio de su implementación. El grado de ocupación actual es del 20 por 100, y se ha convertido en una saneada fuente de ingresos extra para RENFE.

Actualmente el ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) tiene asumida la responsabilidad en materia de telecomunicaciones, a través de la Dirección de Telecomunicaciones Ferroviarias existiendo además una Unidad de Negocio (UNE) de Telecomunicaciones Ferroviarias Comerciales. Esta última es la que «vende» servicios de Telecomunicación al exterior, generalmente a operadores privados.

Por otra parte Renfe Operadora es una usuaria de los servicios de telecomunicación que le facilita Adif-Telecomunicaciones de forma contractual, en régimen de competencia y con precios de mercado negociados.

Pantallas teleindicadoras  
para informar a los clientes  
de los horarios de los trenes.  
Barcelona-Francia



### Evolución de las Telecomunicaciones Móviles

En 1982 se puso en marcha la primera fase de la implantación de un sistema de comunicación radio (analógico) desde los Puestos de Mando con los trenes en movimiento, conforme a la norma UIC-751-3. Cubría los 3.500 km de líneas, que se correspondían con la red básica, y todo el parque motor de RENFE, permitiendo voz y telegramas cortos. Dos años después, en 1984 se puso en servicio el trayecto León-Oviedo, y en 1987 concluyó la primera fase a cargo de AEG y Alcatel (Standard). La segunda fase cubría 2.500 km más y utilizaba una tecnología más avanzada, que permitía además de voz y telegramas cortos, la transmisión de datos. Actualmente hay casi 8.000 km.

La red de tierra estaba formada por estaciones o puestos fijos, de los que existen 2.400, y por puestos centrales de radio ubicados en los Puestos de Mando, de los que actualmente hay 18. A su vez la red móvil estaba formada por 2.600 equipos de a bordo con cobertura del 95

<sup>2</sup> HERMES/GTS estaba participada por varias empresas de ferrocarriles (entre las que se encontraba Renfe), siendo mayoritaria la estadounidense Global Telesystem Group (GTS).

por 100 del espacio, en el 95 por 100 del tiempo. La comunicación entre el maquinista y el regulador del Puesto de Mando se establecía vía radio entre la locomotora y el puesto fijo de radio más próximo, y a través de un cuadro de cable entre este puesto fijo y el Puesto de Mando.

El desarrollo de esta red ha alcanzado ya su punto final, y en este momento nace una nueva generación de radio móvil ferroviaria: GSM-R. Se trata de una versión específica del GSM convencional para aplicaciones de uso ferroviario en comunicaciones, y especialmente de señalización. Esto último es un salto cualitativo realmente importante, porque nunca antes se había usado la radio como medio de transmisión de información de instalaciones de seguridad en la circulación. El motivo era la desconfianza en la fiabilidad de estos enlaces.

La política europea de transporte ferroviario está orientada a la interoperabilidad de las redes y los sistemas. Dentro de esta política se ha establecido una normativa relativa a la compatibilidad del sistema de señalización, que se ha materializado en el ERTMS (European Rail Traffic Management System), del cual existen tres niveles: 1, 2 y 3. Los niveles superiores, el 2 y el 3, utilizan como medio de transmisión la radio digital GSM-R, que tiene reservado, en el ámbito europeo, un ancho de banda de 4 MHz. Las estaciones fijas de campo (BTS) son gestionadas desde controladores específicos (BSC), enlazados entre sí por anillos de fibra óptica, y requieren un Centro de Conmutación (MSC) del que sólo existen dos fabricantes mundiales: Nortel y Siemens. En España todas las líneas de alta velocidad están dotadas de GSM-R. En el caso concreto de Madrid-Lérida, el GSM-R está integrado en el sistema de señalización ERTMS de nivel 2, que permite la circulación de trenes a 300 km/h cada 4 minutos.

De esta forma del ferrocarril del siglo XIX, en el que solamente la vía y su inseparable hilo telegráfico adornaban un paisaje por el que transitaba la humeante locomotora de vapor, se ha evolucionando hacia un ferrocarril del siglo XXI «arropado» por multitud de sistemas de protección, control y ayuda, de los cuales el 100 por 100 incorporan telecomunicaciones, microelectrónica o informática.

## Evolución futura de las telecomunicaciones ferroviarias

El horizonte es realmente difícil de imaginar dadas las innumerables posibilidades que la combinación telecomunicaciones e informática ofrecen al ferrocarril del futuro. Sólo el devenir de los años nos irán confirmando las múltiples aplicaciones que veremos materializarse. A título de ejemplo, mencionaremos dos que recientemente hemos visto cuajar en ámbitos ferroviarios.

La primera es la transmisión en banda ancha entre los trenes en movimiento y los puestos centrales o estaciones fijas, que utiliza tecnología Wi-Fi (estándares IEEE 802-11b). Entre las múltiples aplicaciones se puede destacar la visualización desde un puesto fijo de control de las cámaras ubicadas en el interior del tren. Este sistema está operativo en Metro de Madrid (Línea 8) y se han hecho pruebas plenamente satisfactorias en las líneas férreas convencionales con una velocidad que ha llegado hasta los 200 km/h.

La segunda es el telecontrol de todas las instalaciones de las estaciones: escaleras mecánicas, alumbrado, video-vigilancia, cancelas de acceso, megafonía, telefonía, etc. Todo ello se integra en el teclado y la pantalla de un terminal portátil de tamaño manual (PDA). El sistema es usado también por los operarios de mantenimiento.

Como conclusión se puede decir que a partir de ahora los únicos límites que existirán serán los de la imaginación, para este interminable y fantástico viaje que el ferrocarril y la telecomunicación iniciaron juntos hace más de siglo y medio.

## Los ingenieros de telecomunicación en el ferrocarril español (RENFE)

En las décadas cuarenta y cincuenta los profesionales que se ocupaban del tema de las comunicaciones fueron ingenieros electrotécnicos, que también intervenían en los incipientes siste-



Sistema de radioenlaces fijos de comunicaciones

mas de señalización, de electrificación de líneas de suministro y alumbrado en estaciones y talleres. Cabe destacar el nombre de Antonio Gibert que hasta los años cincuenta fue una institución en las Telecomunicaciones ferroviarias de la época.

Los primeros ingenieros de telecomunicación, procedentes de la flamante Escuela Especial ubicada en la calle Torrijos<sup>3</sup> (Madrid) y muy escasos por entonces, no aparecen en RENFE hasta bien entrada la década de los años cincuenta y entre ellos se podría citar a: Narciso García Redondo, que además también fue catedrático de «Campos electromagnéticos»; Manuel Lerín Grondona; Manuel Borondo López; Mariano Puebla Remacha y Rafael Arín Ruiz Olalla.

Más tarde, desde 1959, ingresan en RENFE un nutrido plantel de ingenieros de telecomunicación, entre los que destacan: José María Muñoz Aza, Félix Gómez González, Vicente Debesa Romero, Félix López Ruiz, Rafael Cano Marín, y otros muchos que harían interminable la presente lista. Algunos de ellos dejaron huella significativa tal como es el caso de López Ruiz, el «padre de la Alta Frecuencia» en RENFE.

El comienzo de la etapa informática con Manuel Lerín es desarrollada por otros ingenieros, entre los que se pueden citar a Valentín Sanz Caja, Jesús Sánchez de la Peña, Juan Domínguez Montes, Jesús Rivera, y otros muchos que desempeñan su profesión en servicios de las diferentes Zonas territoriales de la Red o de sus sistemas de Explotación.

Dentro del Departamento Eléctrico Central, en Madrid, existían diferentes especialidades y la importancia que iba adquiriendo la telecomunicación hizo que se creara una División de Comunicaciones. Las personas que estuvieron a su frente fueron, por orden cronológico: Manuel Lerín (1964); Mariano Puebla (1964-1973); Víctor Reviriego (1973-1988); Carlos Pérez (1988-1989); Santiago Cobo (1989-2004); y José Luis Ruiz (2004- )

La evolución de la denominación y su rango ha ido en ascenso de acuerdo con la importancia adquirida dentro de la empresa. Así de la primitiva División de Comunicaciones, se pasó a la Unidad de Telecomunicaciones, para después pasar a ser el Gabinete de Telecomunicaciones y terminar como Dirección de Telecomunicaciones. Actualmente la Dirección de Telecomunicaciones ya no está en RENFE, sino en ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias).

Así pues, la relación de ingenieros de telecomunicación que han desarrollado su actividad en el mundo ferroviario o que han «transitado» por él en RENFE, FEVE, ENSIDESA, Ferrocarriles Autonómicos, Metro de Madrid, de Barcelona, de Valencia, de Bilbao, sería interminable.

Finalmente, es de justicia no olvidar a muchísimos compañeros que desde empresas privadas han trabajado y trabajan para el ferrocarril, no sólo en el ámbito específico de las telecomunicaciones, sino en todos aquellos que están «contaminados» por esta tecnología: señalización, electrificación, informática, seguridad, etc. Así, entre las empresas españolas con tecnología nacional y lideradas por ingenieros de telecomunicación, que con su esfuerzo contribuyeron también, y de forma ejemplar, al desarrollo de las telecomunicaciones ferroviarias en España, se puede destacar a partir de los años sesenta a Revenga Ingenieros, al frente de la cual se encontraba el ingeniero de telecomunicación Manuel Revenga, y ENA con el empresario Celestino Alonso. En los setenta apareció System, con Cándido Camino, también ingeniero de telecomunicación y en los años ochenta destacan ELIOP, con Francisco Marín entre otros ingenieros de telecomunicación, y LOGITEL, con Vicente Márquez, también ingeniero de telecomunicación, En los años noventa Infoglobal, con Fabián Plaza con un importante grupo de ingenieros de telecomunicación, y en el siglo XXI se ha incorporado INDRA con muchos ingenieros de telecomunicación en su plantilla.

Todos estos ingenieros de telecomunicación, y muchos más que por espacio no se citan aquí, así como sus empresas, merecen un reconocimiento explícito en esta reseña histórica, por su aportación decisiva en el ámbito de las Telecomunicaciones específicamente ferroviarias, que han hecho que España y sus administraciones ferroviarias dispongan de unas tecnologías que además se están exportando a diferentes países.

<sup>3</sup> La calle Torrijos es la actual calle Conde de Peñalver.

## Bibliografía

### Libros

Cayón García, Francisco; González Fernández, Rafael y Muñoz Rubio, Miguel; (1998) *El camino del tren: 150 años de infraestructura ferroviaria*. Mantenimiento de infraestructura de RENFE y Fundación Ferrocarriles Españoles.

Comín Comín, Francisco; Martín Aceña, Pablo; Muñoz Rubio, Miguel y Vidal Olivares, Javier. *150 Años de historia de los ferrocarriles españoles*. Fundación Ferrocarriles Españoles y Grupo Anaya, S.A.

Entrevistas y documentación de los autores

Olivé Roig, Sebastián, (1993). «Influencia del ferrocarril en el nacimiento del telégrafo en España». *Libro de actas del I Congreso Internacional de Comunicaciones: Las comunicaciones entre Europa y América, 1500-1993*. Universidad Complutense de Madrid y Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

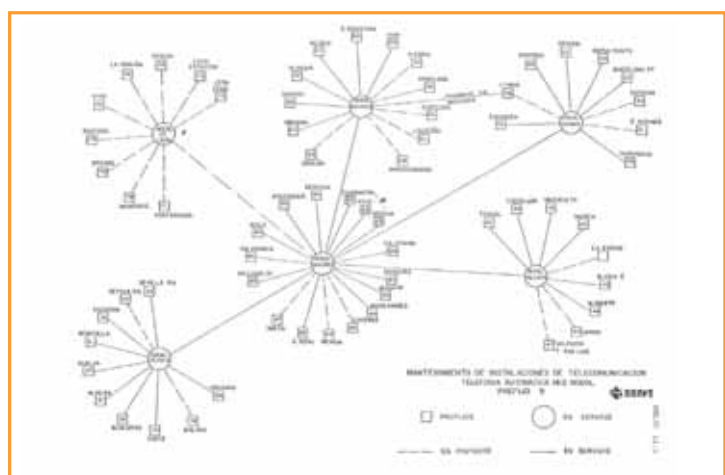
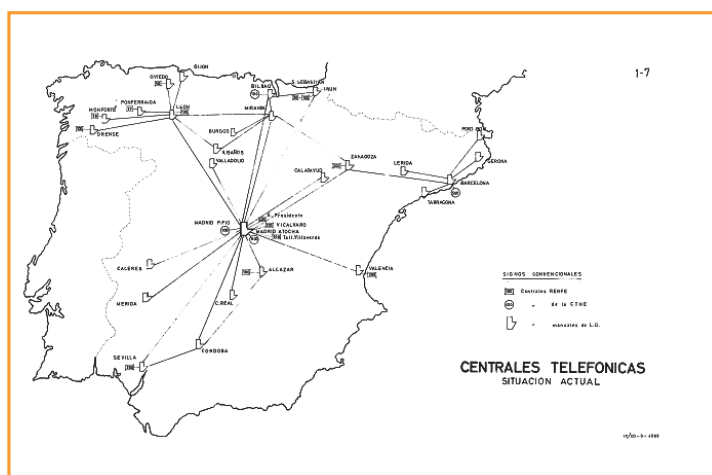
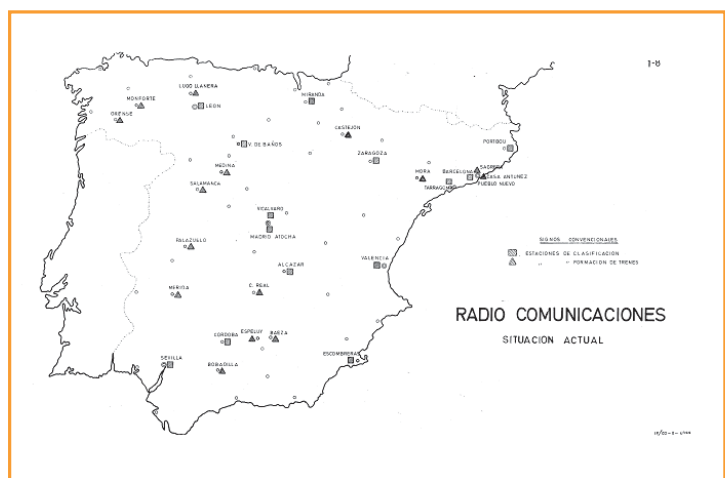
RENFE, (2000) *Revista Líneas del tren*. Número 213, de 19 de enero. Dirección de Comunicación Interna.

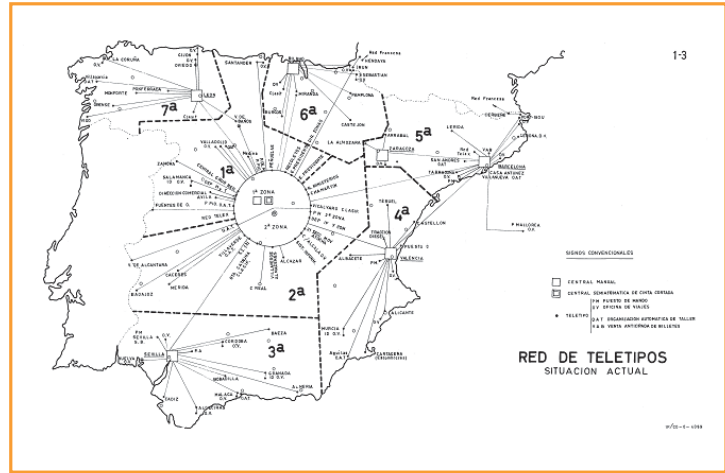
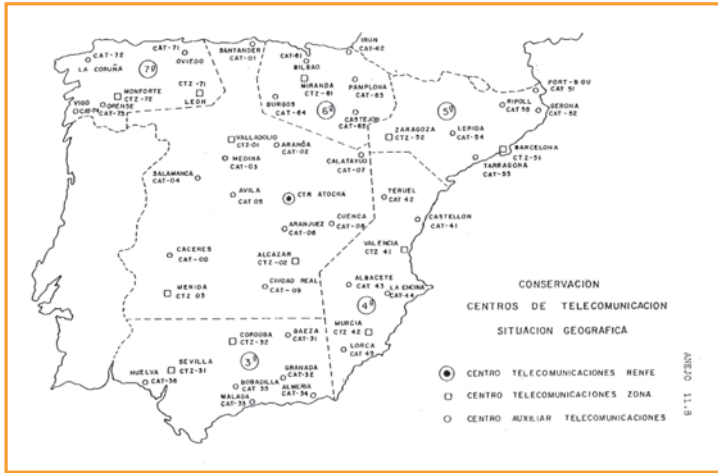
### Internet

<http://www.ffe.es/portada.htm>

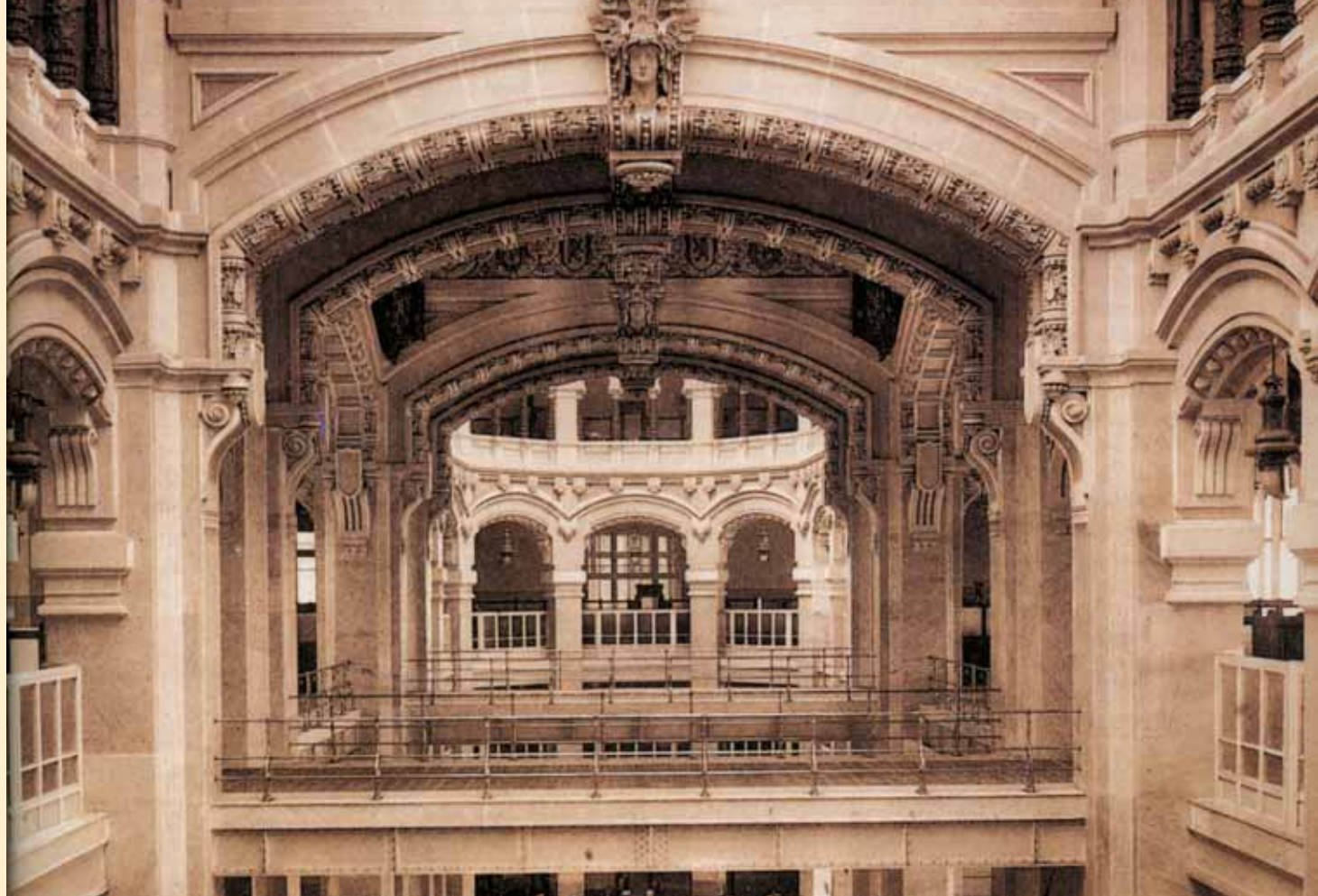
<http://interesarenfe.es>

## Apéndice: Representación de los diferentes sistemas de comunicaciones en los años ochenta. (Fuente VR)









Vista parcial del hall central del Palacio de Comunicaciones, 1920. Es uno de los edificios más emblemáticos de Madrid, y símbolo de las comunicaciones en España. Se encuentra situado en la plaza de Cibeles, y ha vivido las diferentes transformaciones que se han producido en el sector durante casi un siglo

# Telecomunicaciones, política y desarrollo económico





Torre de telegrafía óptica del madrileño parque de El Retiro. En 1855, año de la promulgación de la Ley por la que se autoriza al Gobierno a implantar un sistema de telegrafía eléctrica en todas las capitales de provincia y departamentos marítimos, se convierte en la primera Escuela de Telegrafía Eléctrica (Bahamonde y otros, 2002)

Telecomunicaciones,  
política y desarrollo  
económico

# Telecomunicaciones, política y desarrollo económico hasta 1877

José María Romeo López

## La situación internacional

En los primeros años de explotación del servicio telegráfico es difícil cuantificar su repercusión sobre la economía. Sin embargo, sí puede hacerse una valoración subjetiva de su repercusión en la sociedad a través de su propia evolución y de las circunstancias en que se llevó a cabo ésta. Como se sabe, el telégrafo apareció primero en Gran Bretaña y fue allí donde manifestó su importancia para la sociedad. Por tanto, será interesante repasar el desarrollo de la telegrafía en algunos países y particularizarla después en España.

En Gran Bretaña, las líneas de ferrocarriles se adjudicaron a compañías privadas, en trayectos cortos y para atender tráficos muy definidos. Fueron dos de estas compañías, la Great Western Railway y la Great Eastern Railway, las que tendieron las primeras líneas telegráficas en 1839. Al año siguiente, todas las compañías instalaron telégrafos y en enero de 1845, al producirse el hecho anecdótico de la captura de un criminal gracias al telégrafo, se extendió rápidamente la evidencia de las posibilidades de éste como medio de comunicación. Como consecuencia de esto, en 1846 se fundó la Electric Telegraph Company, dedicada a la explotación del telégrafo independientemente del ferrocarril. Fueron tan numerosas las compañías que se crearon, las había tanto para servicio público como para servicio de empresas o de familias, que la expansión continuó, incluso, tendiéndose cables submarinos con las islas del Canal y creándose compañías dedicadas a construir y alquilar líneas destinadas al servicio particular de familias y comerciantes, como la Universal Telegraph Private Company. En 1859 se creó la London District Telegraph Company Limited, que estableció centenares de estaciones para la explotación del servicio en el interior de Londres. No cabe duda de que habría negocio para esas compañías, por eso eran numerosas, y que eran útiles para los usuarios y, por tanto, de alguna manera, estaban mejorando los resultados de los negocios en los que se aplicaban.

En estas condiciones el servicio público era limitado y con muchos inconvenientes de interconexión y coordinación, hasta el punto de que, en 1866, solamente la cuarta parte de las quinientas mayores poblaciones del Reino Unido tenían oficina telegráfica. La necesidad de un servicio de ámbito nacional se puso de manifiesto, de tal modo que el Gobierno consideró que sólo podía conseguirse explotado por el Estado. Mediante el Acta de 1869 se concedió al Post-master General el monopolio de la comunicación telegráfica. Los servicios privados fueron transferidos al Esta-

do en 1870, con una contraprestación del equivalente a 150 millones de pesetas, en que se valoraron las líneas y las 2.800 estaciones telegráficas, de las que 1.800 estaban en estaciones ferroviarias. El servicio y el tráfico siguieron incrementándose, de forma que dos años después ya eran 5.000 las estaciones. Se adoptaron nuevas técnicas para dar más rapidez al curso del tráfico y se promocionó éste con revisión de tarifas, incluyendo una modalidad de tarifa denominada «*doce palabras por seis peniques*». Puede que parezca extraño que cuando el telégrafo estaba siendo un buen negocio para las compañías privadas, fuera necesario que el Estado se hiciera cargo de él para extender su ámbito. Al parecer estas compañías privadas tuvieron problemas con los propietarios de los terrenos para plantar los postes de las líneas interurbanas y se consideró que el Estado podía resolverlo más fácilmente por medio de expropiaciones.

La situación planteada en Gran Bretaña pone de manifiesto que el telégrafo surge como un competidor del correo y, por tanto, se concibe como medio de comunicación entre poblaciones distantes. Esta circunstancia hace que su repercusión sea importante en el comercio y de ello se deriven consecuencias económicas.

En Francia existía una buena red de telégrafos ópticos oficiales y una organización telegráfica estatal, que era muy crítica respecto al telégrafo eléctrico, dudas que se disiparon con el establecimiento de la línea de telegrafía eléctrica en la vía férrea entre París y Rouen en 1845. El 1 de marzo de 1851 se abrió al servicio público la telegrafía eléctrica del Estado y, a pesar de la invasión alemana entre 1870 y 1871 y posiblemente como consecuencia de la organización del telégrafo óptico ya existente, la expansión de la red fue muy rápida.

En cuanto a Alemania, hay que tener en cuenta la situación geopolítica del centro de Europa durante el siglo XIX y principios del XX. En 1845 ya existían líneas telegráficas en los ferrocarriles y se crearon redes públicas en los diversos estados, que en 1868 se integraron en la red del imperio austro húngaro. En Italia, era muy similar la situación geopolítica del territorio y, por tanto, también lo fue la evolución del servicio telegráfico. En 1847 ya existían líneas telegráficas; tanto en el antiguo reino de Piamonte como en los demás pequeños estados; pero no se abrieron al servicio público hasta 1851. Al establecerse la unidad de Italia, en 1861, se unieron todas las líneas y fueron explotadas por el Estado.

En estos países en los que desde el principio las redes fueron públicas, la expansión se debió, sin embargo, a distintas razones. En Francia, a la existencia de un concepto de servicio interurbano, como consecuencia de la red de telégrafo óptico. En los otros dos países, a circunstancias geopolíticas como la unión de pequeños estados en una gran nación. Por tanto, el telégrafo fue un nexo de unión que ayudó a estrechar las relaciones comerciales en ese nuevo espacio.

En los Estados Unidos de Norteamérica, desde que se comprobó la eficacia del telégrafo, se hicieron varias propuestas al Gobierno, para su implantación, hasta el punto de que en 1837, el Secretario del Tesoro, consultó sobre la posibilidad del establecimiento de una red telegráfica. Sin embargo, fue un particular el que consiguió un crédito, equivalente a 154.000 pesetas, para los primeros ensayos. En 1844 se estableció el servicio entre Washington y Baltimore y rápidamente surgieron Compañías, para la explotación de las sucesivas líneas. Las principales eran Western Union Telegraph, Atlantic Telegraph, Anglo American, New York and Newfoundland. En este caso fue, por el contrario, la privatización la que dio lugar a la expansión, aunque rápidamente la Western Union adquirió un cierto monopolio.

En Argentina la primera línea telegráfica la construyó, en 1857, el Camino de Hierro del Oeste, que en 1860 construyó también la primera línea para servicio público entre Buenos Aires y Moreno. En 1866 se tendió un cable subfluvial a través del Río de la Plata hasta Uruguay y en 1865 se unieron Buenos Aires y Rosario. Al llegar a la Presidencia de la Nación, Domingo F. Sarmiento, impulsó decididamente el Telégrafo, de forma que al terminar su mandato había 5.000 kilómetros de líneas. Sin embargo, hasta 1875 no se promulgó la Ley de Telégrafos, que daba el control al Gobierno Federal y exigía que los ferrocarriles, al extender sus líneas telegráficas privadas, dejaran un circuito para uso del Gobierno Nacional. El caso de Argentina es muy similar al europeo, especialmente al británico, tanto por influencia como por situación económica.

En Chile, en 1851 se constituyó la Compañía del Telégrafo Magnético, que inició el servicio telegráfico a través de una línea entre Santiago y Valparaíso. Al año siguiente, en 1852, se pro-

mulgó la Ley de los Telégrafos Eléctricos, que regulaba el establecimiento de las líneas. La Compañía del Telégrafo Magnético no estaba en situación económica de cumplir sus compromisos, especialmente los cables submarinos del sur, y ese mismo año de 1852 el Telégrafo del Estado se hizo cargo de ella. En 1872 los constructores del ferrocarril trasandino proporcionaron un circuito telegráfico desde Santiago de Chile a Buenos Aires a través de los Andes.

En cuanto a Colombia, el telégrafo se instaló, en primer lugar, en la provincia de Panamá, en 1855, que en esa época era una de sus provincias, y diez años después, en 1865, se instaló en el territorio de la actual Colombia. Empezó siendo de explotación mixta, privada y pública, hasta que en 1870 el Estado se hizo cargo de él y lo amplió considerablemente.

En Perú, en 1857, se otorgó una concesión para explotar el telégrafo entre Lima y Callao y entre Lima y Cerro de Pasto. En 1867, a la vista de que sólo se había construido la línea al Callao, se rescindió la concesión, se declaró al telégrafo propiedad nacional y se abrió un concurso para la administración del servicio. Poco después, se vendió a la Compañía Nacional de Telegrafía, pero como ésta, tampoco cumplía el compromiso de cubrir todo el territorio del país, en 1875 pasó otra vez al Estado. Los fuertes déficit que le generaban a éste hicieron que, en 1877, se privatizara nuevamente y, como seguía sin ser negocio, un año después, en 1878, volvió al Estado.

En Venezuela se considera que el Telégrafo se inició en 1835, aunque la primera concesión se otorgó al ingeniero español Manuel de Montúfar en 1856, sucediéndose desde ese momento numerosas concesiones telegráficas.

Estos últimos casos son significativos en cuanto a que el telégrafo comenzó siendo privado y el Estado tuvo que hacerse cargo de él, por razones económicas, lo que es síntoma de que la economía del país no tenía suficiente masa crítica para beneficiarse de él.

### La Conferencia Telegráfica Internacional de París en 1865

El ministro francés de Negocios Extranjeros, M. Drouyn de Lhuys, dio la bienvenida a los delegados de Austria, Badén, Baviera, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Hamburgo, Hannover, Italia, Noruega, Países Bajos, Portugal, Prusia, Rusia, Sajonia, Suecia, Suiza, Turquía y Wurtemberg. El ministro francés, que fue elegido presidente de la Conferencia, expuso a los delegados en su discurso de apertura el deseo de Francia de unificar en uno solo los dos Convenios existentes, el austro-alemán y el de Europa Occidental. Así mismo, expresó su esperanza de llegar a un acuerdo sobre una sola tarifa telegráfica. Los documentos que Francia había preparado sirvieron de base de trabajo para la Comisión. Cada delegación tenía un solo voto y las decisiones habían de tomarse por simple mayoría. La Comisión especial celebró dieciséis sesiones, se llegó a un acuerdo en todos los asuntos y se firmaron los documentos finales. El Convenio había nacido sin gran dificultad.

El Convenio y el Reglamento Telegráfico a él anexo se ajustaban estrechamente a las decisiones adoptadas por la Conferencia de Berna de 1858 de la Unión Telegráfica de Europa Occidental. Se implantaba en casi toda Europa una tarifa uniforme, con una concesión, a pesar de que Rusia y Turquía podían imponer tasas más elevadas a los telegramas destinados a las partes más orientales de su territorio. Se aceptó el franco francés como unidad monetaria en la contabilidad internacional y se rogó a las compañías telegráficas privadas de los Estados miembros de la nueva Unión Internacional que se atuvieran al Convenio y al Reglamento.

Sólo en un punto no aceptaron los delegados el proyecto francés: no se creó una Comisión Permanente encargada de levantar mapas telegráficos especiales, de efectuar trabajos estadísticos y de estudiar cuestiones técnicas. Se decidió revisar periódicamente el Convenio, para lo que se celebrarían, de vez en cuando, otras Conferencias Internacionales en las capitales de las partes contratantes. La primera de estas conferencias se reunió en Viena en 1868, y fue seguida de otras varias.

Uno de los principales motivos de la primera Conferencia Telegráfica Internacional de París de 1865 fue la fijación de una tarifa aceptable para los telegramas. Se discutió largamente y en esta Conferencia y en las siguientes de la Unión Telegráfica Internacional se le dedicó más tiempo que a cualquier otro asunto. Las dos necesidades fundamentales tan difíciles siempre de conciliar eran: tasas internacionales baratas para impulsar al público a hacer el mayor uso posible

de los telegramas y compensación equitativa para las Administraciones gubernamentales y para las compañías telegráficas privadas. Para ilustrar los cambios espectaculares registrados en las tasas telegráficas, puede citarse el caso de Gran Bretaña, por ser el más llamativo de variaciones internas en un mismo país. Hacia 1850, cuando el telégrafo estaba principalmente ligado a las estaciones ferroviarias, un telegrama de doce palabras entre Londres y Manchester costaba 5 chelines. En 1870, al adquirir el Post Office británico el monopolio de la telegrafía en el Reino Unido, la tasa se redujo a un chelín. En 1885, cuando se expedían anualmente 90 millones de telegramas se llegó a pagar la tasa más baja, medio chelín por un telegrama de 12 palabras.

### Estadísticas de los países de la Unión Telegráfica Internacional en 1876

Estadísticas de los países de la Unión Telegráfica Internacional en 1876					
País	Red	Oficinas		Telegramas	
	Km	Estado	FFCC	Interiores	Internacionales
Alemania (Imperio Alemán)	38.790	2.530	2.577	7.172.124	3.477.870
Alemania (Baviera)	7.770	909	25	883.933	1.016.283
Alemania (Wurtemberg)	2.531	345		294.470	490.108
Austria-Hungría (Austria)	33.397	1.013	1.313	3.186.973	1.473.101
Austria-Hungría (Hungría)	14.498	368	543	1.543.305	1.117.894
Bélgica	5.086	518	95	1.952.686	958.001
Dinamarca	3.035	116	110	450.839	509.458
España	13.618	270	8	1.244.158	316.739
Francia	54.550	2.762	1.516	8.341.423	2.570.738
Gran Bretaña (metropolitana)	40.662	3.734	1.636	19.510.414	2.309.609
Gran Bretaña (indoeuropea)	4.685	23	1	718	44.919
Gran Bretaña (India)	28.543	227	722	980.658	135.685
Italia	23.003	1.189	639	4.477.645	5.532.156
Noruega	7.768	126	70	493.452	255.534
Países Bajos (metropolitana)	3.469	162	173	1.603.775	753.808
Países Bajos (indias holandesas)	5.612	66	-	312.563	350.397
Portugal	3.600	146	1	362.047	175.207
Rumania	4.002	81	84	649.109	193.970
Rusia					
Suecia	9.808	169	459	740.657	378.718
Suiza	6.462	950	103	2.118.373	800.485

Fuente: Elaboración propia con datos del *Journal Télégraphique Public* para Le Bureau International des Administrations Télégraphiques. III volumen. N.º 33 y 34, 1877

Fuente: Elaboración propia con datos del *Journal Télégraphique Public* para Le Bureau International des Administrations Télégraphiques. III volumen. N.ºs 33 y 34, 1877

<b>Otras estadísticas de los países de la Unión Telegráfica Internacional en 1876</b>				
<b>País</b>	<b>Personal</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Gastos</b>	
			<b>Inversión en red</b>	<b>Explotación</b>
Alemania (Imperio Alemán)	3.788	13.814.148	8.488.585	
Alemania (Baviera)	476	1.328.845	652.433	1.063.585
Alemania (Wurtemberg)	153	668.141	162.500	653.754
Austria-Hungría (Austria)	3.348	7.341.900	586.057	8.708.252
Austria-Hungría (Hungría)	1.297	2.965.393		3.579.634
Bélgica	1.848	2.159.149	43.551	2.515.700
Dinamarca	527	851.702	507.500	862.401
España	2.538	2.949.339		4.775.515
Francia	5.608	16.959.962	1.220.000	14.287.500
Gran Bretaña (metropolitana)	11.654	32.827.675	11.512.875	27.195.375
Gran Bretaña (indoeuropea)	506	1.510.115		1.660.300
Gran Bretaña (India)	2.950	6.300.122	3.096.513	6.301.032
Italia	4.439	7.546.568	25.000	6.097.231
Noruega	661	1.253.199	626.808	1.366.082
Países Bajos (metropolitana)	1.121	1.640.009	93.576	2.258.265
Países Bajos (indias holandesas)	490	934.666	14.554	2.130.187
Portugal	793	644.828	65.068	924.673
Rumania	1.058	1.263.319	45.000	2.022.510
Rusia	10.952	22.961.541	2.607.814	18.405.268
Suecia	744	1.983.880	231.432	1.854.208
Suiza	1.582	2.130.093	283.720	1.854.208

Con la información que proporcionan estas estadísticas es posible intentar hacer una comparación entre todos los países, que especialmente puede ser útil para estudiar el caso de España, que veremos a continuación. Una primera consideración es la relación entre ingresos y gastos de explotación, que indica si el servicio se financia o tiene déficit; en este caso parece interesante conocer el precio medio del telegrama, aunque no se oculta que los tipos de telegramas son diversos: ordinarios, oficiales, de servicio, internacionales; pero puede admitirse la valoración media como índice de operaciones efectuadas. También es interesante calcular la densidad de la red de líneas telegráficas con respecto a la extensión del territorio.



<b>Densidad de la red de líneas telegráficas con respecto a la extensión del territorio</b>			
<b>Países</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Rusia	1.24	4.98	4.98
Baviera	1.24	0,69	9.30
Italia	1.23	1.36	13.00
Gran Bretaña	1.20	1.54	7.85
Francia	1.24	1.48	9.80
Suiza	1.24	0.71	5.80
Suecia	1.06	1.70	44.00
Würtemberg	1.02	0.65	7.60
Dinamarca	0.98	0.86	13.00

Fuente: Elaboración propia con datos del *Journal Télégraphique Public* para Le Bureau International des Administrations Télégraphiques. III volumen. N.ºs 33 y 34, 1877.

A: Relación entre ingresos y gastos de explotación.

B: Relación entre ingresos y número de telegramas.

C: Relación entre la superficie del país y la longitud de sus líneas telegráficas.

<b>Densidad de la red de líneas telegráficas con respecto a la extensión del territorio</b>			
<b>Países</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Noruega	0.91	1.50	40.00
Bélgica	0.85	0.52	5.80
Austria	0.84	1.45	9.00
Hungría	0.82	1.02	23.00
Países Bajos	0.72	0.68	9.40
Portugal	0.69	1.11	25.00
Rumania	0.62	1.49	30.00
España	0.61	1.77	39.00

Puede observarse que un grupo de países, que pueden considerarse como los más importantes, Italia, Gran Bretaña y Francia, consiguen ser rentables, los telegramas son caros y la densidad de líneas elevada. En el otro extremo, Portugal, Rumania y España son los más deficitarios, con telegramas también caros y una baja densidad de líneas. Especialmente es llamativo el caso de España que resulta ser el más deficitario, con el precio más alto por telegrama y con la menor densidad de líneas, a excepción de Suecia y Noruega; pero en estos dos casos habrá que tener en cuenta la concentración de la población en una menor extensión.

## La situación en España

El nacimiento y desarrollo del telégrafo en España puede enmarcarse entre la proclamación de Isabel II, con la regencia de María Cristina, en 1833, y la restauración de la monarquía con Alfonso XII, en 1875. En esos 42 años se sucedieron tres reyes: Isabel II, Amadeo de Saboya y Alfonso XII; tres regencias: María Cristina, Espartero y nuevamente María Cristina; una República; un gobierno provisional, «la Gloriosa»; cuatro Constituciones: 1812, 1837, 1845 y 1869; tuvieron lugar tres guerras carlistas: 1832, 1847 y 1873, una primera guerra en África y el comienzo de la de Cuba.

En el aspecto socioeconómico se produjo una paralización de la tendencia ascendente, al contrario de lo que sucedió en el resto de Europa, como consecuencia de las guerras carlistas, del cólera morbo (120.000 muertos) y de las hambrunas, lo que situó a la población en 15,5 millones de habitantes, con un desplazamiento hacia la periferia. De tres millones de trabajadores, dos millones y medio eran campesinos y medio millón artesanos; 150.000 obreros industriales y 26.000 mineros. Sólo tenían derecho a voto entre el 1 y el 3 por 100 de la población. Un dato importante que influye tanto en el correo como en el telégrafo es que la tasa de analfabetismo era del 75 por 100, cuando en Europa era del 25 por 100. La agricultura aumentó en extensión, como consecuencia de las desamortizaciones, pero con una disminución de la

productividad. El desarrollo industrial se benefició de la favorable coyuntura europea e inició un aumento del consumo y sobre todo de las inversiones extranjeras (ferrocarriles, Real Compañía Asturiana de Minas, Río Tinto Co, etc.).

En este mismo periodo se inició en Gran Bretaña la Revolución Industrial, prácticamente se duplicó la población, con una concentración en los núcleos industriales, configurando una sociedad democrático-burguesa y aumentando la renta nacional con la formación del proletariado industrial y la decadencia de la artesanía y la agricultura. También se produjo una revolución en el transporte con la navegación a vapor y la locomotora; en 1830 circuló el primer ferrocarril entre Liverpool y Manchester y en 1848 existían ya 8.000 kilómetros de vías férreas. En Prusia, como consecuencia de la ampliación de las vías de comunicación, se formó un mercado común alemán que con el desarrollo bancario y la mecanización del trabajo dio origen al auge industrial, mientras la agricultura progresaba y los nuevos grupos económicos reclamaban una mayor participación política de la burguesía. Antes de 1845 ya existían ferrocarriles y líneas telegráficas. Francia, con Luis Felipe I, se industrializó afianzando la minería y los ferrocarriles con un desarrollo capitalista. Después de una nueva República y otra Constitución, Napoleón III inició un amplio programa de construcciones, que generaron puestos de trabajo y convirtieron a París en la capital del mundo e incrementaron el comercio en un 300 por 100. La exportación de capitales convirtió a Francia en un país de acreedores y rentistas. Las Exposiciones mundiales de París simbolizaron la prosperidad de la burguesía francesa.

Hemos visto que en los principales países el inicio del telégrafo fue consecuencia de las necesidades de los ferrocarriles y, que a la vista de sus posibilidades y ventajas, las propias compañías ferroviarias en algunos casos, y en otros las sociedades creadas para su explotación como medio de comunicación, o el propio Estado establecieron el servicio público. Sin embargo, en España no había ferrocarriles y, por tanto, no se habían podido comprobar las ventajas del telégrafo, por lo que el motivo de su establecimiento estuvo marcado por la comparación con el extranjero. Sin embargo, como acabamos de ver, la situación española no era la de esos países con los que se comparaba y las medidas que se tomaban para acortar la diferencia no daban los resultados apetecidos.

Durante el segundo periodo moderado, tuvieron lugar la guerra de África, la expedición a Indochina, la expedición a México, la algarada estudiantil de la noche de San Daniel en 1865 y la guerra del Pacífico. El 18 de septiembre de 1868 Prim y Topete firmaron en Cádiz el pronunciamiento conocido como «la Gloriosa» y el 28 de ese mes lograron la victoria en el Puente de Alcolea, la reina huyó a Francia y se constituyó el gobierno provisional. Al final de ese año de 1868 la longitud de las líneas telegráficas era de 11.404 kilómetros y el tráfico cursado fue de 759.575 telegramas, con una recaudación de 1.902.297 pesetas.

La evolución del tráfico fue ascendente hasta 1863 y la tarifa era de ocho reales por cada las diez palabras. En 1863, se redujo la tarifa a cuatro reales por las mismas palabras, lo que produjo un pico de tráfico con el correspondiente descenso de la recaudación. Entre 1863 y 1868 se observa una situación extraña, consecuencia sin duda de la situación política, y a partir de 1868 se recuperó el incremento de tráfico a como era antes de 1863. Se observa que una reducción del 54 por 100 en las tarifas mantuvo invariable el ritmo de evolución del tráfico, mientras la longitud de las líneas siguió siendo de 12.000 kilómetros durante muchos años.

En parte, la explicación de esto la tenemos en el Decreto de 28 de noviembre de 1868 del ministro de la Gobernación, Práxedes Mateo Sagasta, que dice:

*«[...] Las revoluciones se justifican en último término, y se consolidan por los beneficios que en los pueblos difunden; y el Telégrafo puede, sin duda, cooperar poderosamente a este patriótico afán del Gobierno Provisional. No es solamente un instrumento indispensable hoy en la gobernación del Estado, que traslada, por decirlo así, los acontecimientos a la vista de los Gobiernos, o lleva instantáneamente su presencia, su juicio personal y su pensamiento, allí donde puede ser más necesario. Es principalmente, o debe ser, el auxiliar infatigable de la industria y el comercio, que, abreviando las distancias o los tiempos, multiplica su actividad. Recogiendo y transmitiendo también, apenas manifestados, los fenómenos que en el orden físico se producen a largas distancias, suministra a la ciencia los elementos indispensables para determinar con mayor precisión las leyes que rigen la existencia de nuestro globo.»*

«Desgraciadamente España no ha obtenido hasta hoy de tan prodigioso invento los beneficios que ha prestado en otros países. Considerado hasta aquí más especialmente como medio de gobierno, se le ha encerrado dentro de estrechos límites, e incomunicado por su precio con las clases más numerosas y más necesitadas de sus servicios. Así, la comparación de los resultados estadísticos, que importa poner a la vista del país, nos presenta compartiendo con la Rusia, y menos justificadamente, la vergüenza de ocupar el último puesto en la escala de los pueblos cultos de Europa».

Efectivamente, España se encontraba en ese puesto en relación al número de kilómetros de línea por estación, en el de habitantes por estación y en el de habitantes que expedían un telegrama al año; pero no así en el de kilómetros de línea por legua superficial en donde se ocupaba el sexto lugar de los once contemplados, con 1,3 kilómetros de línea, frente a los 1,7 que tenía Francia.

«[...] Extender, pues, y generalizar el uso del Telégrafo, y aumentar el número de sus aplicaciones, es una tarea digna, al par que un deber, del Gobierno salido del seno de la revolución de Septiembre.

«No es nueva en España la idea de utilizar en bien general, como en otros países, las líneas telegráficas de los ferrocarriles [...] es de esperar que todas las empresas quieran concurrir a la realización de un pensamiento que asocia su conveniencia a la utilidad general del país.

«Tampoco es nueva la idea del establecimiento de estaciones municipales, creadas y sostenidas por los pueblos [...]. Darles facilidades para satisfacer sus deseos y llamar en su ayuda a la industria particular; son las ideas que han dominado en la redacción de las nuevas bases que hoy se les proponen».

A continuación hacía una referencia al derecho de intervención del Estado sobre esas líneas y estaciones, suspendiendo su uso en determinados casos y aclaraba que este derecho procede de la naturaleza de esta función, que, como los correos, la viabilidad y otras, pertenece al Estado. En el párrafo siguiente se consideraba que no basta con extender los hilos del telégrafo por todo el país; sino que para popularizarlo es necesario reducir el precio de los servicios y decide hacerlo desde los ocho reales las diez palabras, a los cuatro reales y anunciaba su voluntad de seguir disminuyéndolo a medida que la explotación lo permitiera. Ahora bien, en el Artículo 6.º se decía que en adelante sería suprimida toda estación del Estado que durante un año no cubriera la tercera parte de los gastos que causase el servicio facultativo a menos que exigieran su conservación altas consideraciones políticas o administrativas. A lo largo del tiempo se comprobó que a pesar de ser bastantes las estaciones telegráficas de compañías férreas adheridas, su aportación en volumen de telegramas fue mínima. En cuanto a la rebaja de la tarifa también se observa a posteriori que no incentivó el uso del telégrafo, y que el ritmo de incremento fue el mismo que antes y que parece que se debía más a la evolución de la sociedad y del comercio que a la tarifa.

Nuevamente continúa exponiendo los aspectos sobre los que va a actuar:

«[...] Entre las nuevas aplicaciones que del Telégrafo pueden hacerse, la más importante, sin duda, es el giro mutuo de pequeñas cantidades, que hoy verifica ya el Tesoro por medio de libranzas. Sin desnaturalizar su objeto y sus condiciones, sin perjudicar al comercio, y sirviendo principalmente a las clases menesterosas, con provecho de la Hacienda, el Telégrafo puede añadir a este servicio público las ventajas que le son inherentes.

«Otra aplicación, no menos importante quizás, es la que en otros países se hace a las señales marítimas que anticipan al comercio datos y noticias convenientes a sus cálculos, al par que tranquilidad o consuelo a las familias. Todos los Estados de Europa cuentan ya en sus costas un número considerable de estaciones semafóricas, y España no tiene ninguna. Sin embargo, por su situación en los confines occidentales de esta parte del mundo, centinela avanzado sobre ambas Américas, debería haberse adelantado, en bien del comercio universal, a adoptar este progreso científico y material de nuestros tiempos.

«Por último, la situación de las estaciones telegráficas del Estado, unas en medio de las cordilleras que cruzan nuestro territorio, otras en el fondo de las regiones hidrográficas que forman, y en la dilatada extensión de nuestras costas de ambos mares, parece convidar a que se recojan por su mediación las observaciones meteorológicas, tan descuidadas entre nosotros y tan útiles para la agricultura y la navegación en particular, como para los progresos de la ciencia».

Terminaba la exposición de motivos diciendo:

«Fundado en estas consideraciones, usando de las facultades que me competen como individuo del Gobierno Provisional y Ministro de la Gobernación. Vengo en decretar lo siguiente:

»Artículo 1.º. Queda restablecido [...] el precio de 4 reales en sellos del ramo por cada diez palabras de pago que el despacho contenga.

»Artículo 2.º. Se autoriza a la Dirección general de Telégrafos para suprimir las estaciones que actualmente se encuentren en el caso del Artículo 6.º.

»Artículo 4.º. Se autoriza igualmente para celebrar con las compañías de ferrocarriles, Ayuntamientos, Sociedades, empresas y particulares los contratos [...] a fin de extender el uso del Telégrafo.

»Artículo 5.º. Se autoriza a la Dirección General de Telégrafos:

»1.º. Para organizar, de acuerdo con la Dirección del Tesoro, el giro mutuo de pequeñas cantidades, por medio del Telégrafo, sin perjuicio del de libranzas que hoy existe.

»2.º. Para situar estaciones semafóricas en los puntos más oportunos de nuestras costas, principian-do por las de Tarifa y Cabo de Finisterre o Estaca de Vares.

»3.º. Para organizar, de acuerdo con el Director del Observatorio Astronómico de Madrid, en las estaciones telegráficas más convenientemente situadas, un servicio de observaciones meteorológicas, que se publicará semanalmente en los Boletines oficiales de la provincia a que correspondan».

## Las tarifas

Desde la inauguración de la primera línea telegráfica, la de Madrid a Irún por Zaragoza y Pamplona, hasta 1861, la tarifa que se aplicaba a los telegramas en España se basaba en el recorrido de la línea entre la oficina de expedición y la de recepción y en el número de palabras. Así los cien primeros kilómetros y las quince primeras palabras costaban 5,70 reales, añadiéndose 1,90 reales por cada cinco palabras adicionales o fracción y multiplicándose estos valores 2, 3, 4 o 5 al pasar de 100 a 250, 450, 700 o 1.000 kilómetros.

A partir de 1861, la Península Ibérica, tanto España como Portugal, se dividía en «zonas» y en cada una de éstas la tarifa constaba de un mínimo de veinte palabras que costaban 5,70 reales, igual que los cien primeros kilómetros anteriores y seguía incrementándose en tramos de diez palabras. El cuadro siguiente está transcrito literalmente de la *Carta Telegráfica de España y Portugal. Comprende la tarifa de los despachos entre dos puntos cualesquiera de ambos Reinos. Madrid 1860*, que se encuentra en la sección de biblioteca digital de la Biblioteca Nacional de España, accesible por Internet. Esta carta es un mapa de la Península Ibérica, en el que estaban reflejadas las estaciones y líneas de la red telegráfica. En la parte inferior de la «carta» había una línea recta dividida en tramos que se denominaban «zonas». Cada una de las puntas de un compás se situaba sobre una de las estaciones entre las que se pretendía transmitir el telegrama y

Fuente: «Carta Telegráfica de España y Portugal. Comprende la tarifa de los despachos entre dos puntos cualesquiera de ambos Reinos. Madrid 1860»

<b>Explicación:</b>			
<i>Para hallar el valor de un despacho se toma con el compás la distancia desde el punto de partida al de destino y se lleva a la escala</i>			
		Pesetas	Céntimos
En una zona valen:	De 1 a 20 palabras	5	70
	De 21 a 30 palabras	8	55
	De 31 a 40 palabras	11	40
	De 41 a 50 palabras	14	25
	De 51 a 60 palabras	17	90
	De 61 a 70 palabras	19	95
	De 71 a 80 palabras	22	80
	De 81 a 90 palabras	25	65
	De 91 a 100 palabras	28	50
Desde cien palabras en adelante se calcula un nuevo despacho: si éste recorre más de una zona se multiplica el valor de sus palabras en una por el número de las que recorra. Al todo se añaden 2 rs. por llevarlo a domicilio en España, pero no en el extranjero.			
Madrid 1860			

esa apertura del compás se llevaba sobre la recta inferior y se contaba el número de zonas que quedaban comprendidas. Pero mejor es leer las instrucciones directamente de la Carta.

Hemos visto anteriormente que el precio del telegrama en España en 1876 era el más elevado de los países europeos y, a pesar de ello, también el servicio telegráfico español era el más deficitario de los considerados. Sin embargo, es insistente la intención de los sucesivos gobiernos de rebajar las tarifas con objeto de hacer atractivo el telégrafo al gran público. En 1868, para acercarse a las tarifas europeas, se rebajaron las españolas a la mitad y, sin embargo en 1876 vemos que el precio del telegrama es el más caro de Europa. En el cuadro anterior podemos tener la explicación, ya que se considera la posibilidad de telegramas de más de cien palabras; efectivamente, se redactaban los telegramas como las cartas.

Ésta era una preocupación de la Oficina Internacional de las Administraciones Telegráficas (actual UIT), que en la Conferencia de San Petersburgo de 1875 estableció tres clases de despachos telegráficos, con la intención de adecuar los precios a su extensión, su rapidez y su seguridad, especialmente para el tráfico extraeuropeo. Esto era una consecuencia de la importancia que había adquirido la red de cables submarinos y, por tanto, el tráfico con otros continentes. Por un lado, se encontraban los «avisos telegráficos», que se denominaban así porque se consideraban más breves que los despachos convencionales, al tratar de redactarlos con concisión, pero que tenían una serie de limitaciones que impedían su utilización comercialmente. Por otro, los «telegramas urgentes» justificaban una mayor tarifa por la rapidez de su curso, asignándoles preferencia en la transmisión a través de las redes. Por último estaban los «telegramas recomendados», también con mayor tasa garantizaban la exactitud del texto entregado. Se consideraba que barajando adecuadamente estas tres categorías de telegramas y sus características de brevedad, rapidez y seguridad podrían conseguirse precios adecuados a cada necesidad y que a la vez mejorasen la rentabilidad de la explotación.

## El caso de los Semáforos Marítimos

Transcurrieron dos años desde el Decreto de Sagasta sin que se hiciera nada en el caso de las estaciones semafóricas y el 10 de noviembre de 1870, la *Gaceta de Madrid* publicaba otro Decreto del Ministerio de Marina, firmado por el regente, Francisco Serrano, en cuya Exposición, el ministro de Marina, José María Berenguer, decía lo siguiente:

«[...] Tiempo hace que las naciones marítimas vienen haciendo plausibles esfuerzos para adoptar un medio o sistema de comunicación que ponga en relaciones fáciles e inmediatas a los buques que se encuentran en la mar, haciendo así posible el cambio de mutuas noticias, advertencias y socorros, cualquiera que sea su nacionalidad; y realizando, por el de la combinación de objetos visibles, la creación de un idioma universal a que aspira en su loable estímulo la civilización presente. [...] Ya al principiar de este siglo, Inglaterra, que fue la primera nación que acometió esta empresa, poseía los Códigos mercantiles de Tyun y Squire, y más tarde el de Philipp. Apareció luego más perfeccionado el del capitán Marryat, luego el Código francés de Reynold y el americano de Rogers, y, por último, el acordado entre Inglaterra y Francia para el uso de los buques de todas las naciones, que llena con bastante perfección el objeto que se propone, tanto por la sencillez de sus aparatos, como por la abundancia de voces y frases que contiene. [...] La gran mayoría de las naciones marítimas se asoció desde luego al acuerdo de las dos que iniciaron el gran pensamiento; y Bélgica, Portugal, la Confederación germánica y el del Norte de América, se apresuraron a adoptar el referido Código.

»[...] Artículo 2.º. Se hace obligatoria para todos los buques españoles, así de guerra como mercantes de altura, desde 1.º de junio próximo, la adquisición del expresado Código y las banderas y demás objetos necesarios para su uso, tanto con los otros buques nacionales y extranjeros, como con las estaciones semafóricas de las costas. Las Autoridades marítimas de los puertos harán constar en los roles de los expresados buques mercantes de altura la existencia a bordo de los objetos referidos [...].»

Esta vez transcurre menos tiempo y el 9 de febrero de 1871 la *Gaceta de Madrid* publicaba un Decreto, de fecha 8 del mismo mes, de los Ministerios de Gobernación y Marina, firmado ya por el rey Amadeo I, en cuya exposición los ministros dicen: «Por Decreto de 8 de noviembre último se dignó S.A. el Regente del reino aprobar y declarar obligatorio para los buques españoles el uso del Código Internacional de Señales empleado ya en diferentes países».

Parece que ya se deciden a actuar y, a mediados de 1871, se nombró una comisión mixta de funcionarios de Gobernación, Marina y Ultramar con objeto de estudiar la mejor organización de los semáforos, designar los puntos del litoral más a propósito para instalarlos y redactar los reglamentos que deslindasen las atribuciones de los diversos centros que habían de intervenir en el nuevo servicio. Los puntos que se consideraron mejor situados para la construcción de las estaciones electro-semafóricas fueron: Cabo de Creus, Barcelona, Cabo de San Antonio, Cabo de Palos, Cabo de Gata, Málaga, Tarifa, Cádiz, Islas Cíes, Cabo Villano, La Coruña, Estaca de Vares, Cabo de Peñas, Cabo Mayor o Santander, Cabo Machichaco, Punta de Anaga (Canarias), La Mola (Menorca) y Cabo Cala-Figuera o Cabo Pera (Mallorca).

Pero a pesar de las buenas intenciones se tropezó con la penuria del Tesoro Público y la comisión juzgó indispensable establecer los de Tarifa, Cabo de San Antonio, Cabo Villano, Cabo de Peñas, Barcelona y Cádiz. Los gastos de su instalación ascenderían a la cantidad de 124.600 pesetas. En julio de 1872, según un aviso a los navegantes del Almirantazgo español el número de estaciones electro-semafóricas en las costas de los países europeos era el siguiente: 1 en Noruega, 1 en Dinamarca, 120 en Francia continental y 7 en la isla de Córcega, 11 en Portugal, 31 en Italia y 2 en Austria.

El 19 de septiembre de 1872, se firmó por el rey Amadeo I, un Decreto del Ministerio de Marina, solamente, por el que se aprobaba el Reglamento para la organización del servicio semafórico de 1870. Esta iniciativa del Ministerio de Marina supuso también que se consignara en su presupuesto de gastos para el año económico 1872-1873, la cifra de 78.800 pesetas, destinadas al material de semáforos, pidiendo también para el personal de vigías el crédito correspondiente.

### La iniciativa particular

Una vez conseguido un primer aporte económico, algo inferior a lo que la comisión estimaba para la instalación de dos semáforos, por fin se decidió ir al terreno y acometer las construcciones e infraestructuras necesarias. Una vez decidido que se montase en Tarifa el primer semáforo oficial, salieron de Madrid, el día 17 de mayo de 1873 los señores Ravina y Alcalá Galiano que llegaron a Tarifa el día 22. Allí se encontraron con tres semáforos particulares que ya estaban establecidos. Uno perteneciente al Sr. Fabra, colocado en la azotea del castillo denominado de Guzmán el Bueno, servido por dos o tres funcionarios, que empleaban en general las señales del código internacional de banderas, aunque en algunos casos usaban el sistema de Prida e incluso alguno más antiguo. El segundo era propiedad de la casa Plantolid de Barcelona, estaba situado en el cerro del Chamorro, a dos kilómetros del castillo, y era utilizado por la mayor parte de las marinas mercantes catalana e italiana. El tercero era propiedad de un Sr. Campos, pero había dejado de funcionar al haber sido contratado como vigía el tal Sr. Campos por el semáforo de Plantolid. Mientras los organismos oficiales habían estado legislando detalladamente durante cinco años como debía organizarse el servicio semafórico, dos empresarios catalanes habían comprendido las ventajas que suponía el tener noticias al paso por el estrecho de Gibraltar y sobre las mercancías que estaban esperando, lo que les permitía preparar la descarga e incluso negociar anticipadamente con los precios de los productos. Evidentemente las noticias se expedían, como telegramas ordinarios, desde la estación de Telégrafos de Tarifa hasta Barcelona o Italia.

Desde Madrid se había previsto situar el semáforo en la isla de Tarifa en un cuartel del Ejército. Los comisionados comprobaron que estaba en bastante mal estado y ante los gastos y el plazo de tiempo que supondría una nueva edificación, se desistió de la idea primitiva y con carácter provisional decidieron proponer al Sr. Plantolid el arriendo de su semáforo. Es de suponer la reacción del Sr. Plantolid, que no sólo iba a perder la exclusiva de la información del paso de mercancías por el Estrecho sino que le proponían hacerlo con su propia instalación. No deja de ser curioso que, a pesar de que en uno de los numerosos Decretos ya citados, el de 8 de febrero de 1871, disponía la posibilidad de incautación por el Estado mediante indemnización, se intentara arrendar; da la impresión de que, también en esto, se trataba de ahorrar.

En vista del resultado negativo de la gestión, decidieron levantar un pequeño observatorio en el castillo de Guzmán el Bueno, con capacidad para los vigías y los telegrafistas eléctricos de servicio. Por fin, el Almirantazgo publicó en la *Gaceta de Madrid* el siguiente aviso a los navegantes:

«El 12 de junio de 1873 se ha abierto un semáforo oficial provisional en Tarifa, a la entrada occidental del estrecho de Gibraltar, y al mismo tiempo han dejado de funcionar los semáforos particulares que había en la localidad expresada. Dicho semáforo se halla en una caseta pintada a fajas horizontales, blancas y negras, de medio metro de ancho, construida en la parte meridional del castillo de Guzmán el Bueno, o sea en el torreón más occidental del lienzo de muralla que mira al mar, es decir, en 36° 0' 31" latitud Norte y 0° 36' 9" longitud Este; comunica con los buques mercantes y con los de guerra extranjeros, sólo por medio del Código internacional de señales; en lo referente al servicio, está sujeto en un todo a lo estipulado en el convenio telegráfico internacional de París, revisado últimamente en Roma, y funciona en circunstancias normales, desde la salida hasta la puesta del sol».

En este caso la repercusión de la telegrafía en la economía es evidente y el de Tarifa no fue el único caso existente; en Gran Bretaña una de las primeras líneas telegráficas que se tendieron, fue entre la costa oeste de Inglaterra y Londres, con objeto de transmitir la información que se recibía de los barcos mediante un semáforo, para conocer con anticipación la carga y fecha de llegada. Es evidente que tanto en este caso como en el de Tarifa con respecto a Barcelona, eran varios días de anticipación los que se conseguían. Por supuesto, posteriormente, los semáforos públicos siguieron prestando este servicio, que aportó importantes ventajas económicas a los negocios marítimos. Este servicio de los semáforos era, en definitiva, un antecedente de la Radio, que muestra lo necesitada que estaba la navegación de comunicación con tierra.

Posteriormente se instalaron los siguientes semáforos: en 1874 el de Cabo Mayor, en 1881 el de Galeras, en Murcia y el de Monteventoso en La Coruña, en 1882 el de Punta Galea en Vizcaya y en 1883 el del Cabo Finisterre. Hasta 1898 todavía se instalan tres semáforos más: dos de ellos militares, de la Marina, en La Carraca, Murcia, y en San Carlos, que se inauguraron el día 1 de diciembre de 1886 y un tercero en Estaca de Vares, en La Coruña, que comenzó a funcionar el 1 de enero de 1887. En 1911 se publicó el *Atlas Geográfico Universal*, del que es autor el Director de Sección del Cuerpo de Telégrafos, Antonio Camacho González, y en él figuran los siguientes semáforos: Finisterre, Monteventoso y Estaca de Vares, en La Coruña; Cabo Hano en Santander; Bagur en Gerona; Cabo de San Antonio en Alicante; Galeras en Murcia; Tarifa en Cádiz; Cabo Bajolí en la isla de Menorca y La Atalaya en la isla de Tenerife. Es decir se han añadido los de Bagur, Galeras, Cabo Bajolí y La Atalaya.

## Los cables submarinos

Cuando el telégrafo había llegado a ser algo habitual, o mejor aún, imprescindible, quedaba un obstáculo insalvable por la telegrafía: el mar. Mientras en Europa y América las comunicaciones entre poblaciones y países distantes se establecían en unos pocos minutos, entre las islas y los continentes y entre éstos se seguía recurriendo, como en la prehistoria, al mensaje transportado por barco, es decir, en el que se tardaba varios meses en establecer una comunicación. Por tanto, el interés máximo estaba en conseguir un cable submarino que lo hiciera posible y a pesar de que ni los materiales de que se disponía eran adecuados, ni los barcos, aún de velas, permitían transportar la longitud de cable necesario ni soportar la tensión de éste al sumergirse, se crearon compañías y se consiguieron aportaciones económicas importantes para iniciar la obra. A lo largo de la misma, como veremos, hubo pérdidas de cables que supusieron grandes pérdidas económicas, a pesar de lo cual los inversores siguieron creyendo en la empresa y continuaron aportando capitales.

En el periodo que consideramos, hasta 1875, la tecnología que más impacto produjo en la actividad económica mundial fue, sin lugar a dudas, la de la telegrafía por cables submarinos, y así lo reconoció, en su informe de 1876, la Oficina Internacional de las Administraciones Telegráficas. Puede dar idea de la envergadura de esta aplicación la relación de empresas y compañías involucradas en ella.

Se establecieron las siguientes fábricas para la construcción de los cables:

<b>Fábricas creadas para la construcción de cables</b>	
S.W. Silver & Co	Telcon
Gutta Percha Co	Henley's Telegraph Works
Felten & Guillaume	India Rubber Gutta Percha & Telegraph Works
Siemens & Halske	W.T. Henley Telegraph Works Co
Hoopers Telegraph Works	Siemens BROS.

A estas fábricas les suministraban los conductores de cobre las siguientes fábricas:

<b>Fábricas creadas para la construcción de conductores de cobre</b>	
R.S. Newall & Co	Glass Elliot & Co
Wilkins & Wetherly	Fenton & Hyde
Kuper & Co	Henley's Telegraph Works
Spencer & Thomas Ltd	

Para el tendido de los cables se crearon, en este periodo, las siguientes compañías, que en ese mismo periodo se fusionaron unas con otras, fueron vendidas o desaparecieron

<b>Nuevas compañías de tendido de cables</b>	
S.W. Silver & Co	Scilly Isles Telegraph Co.
Submarine Telegraph Co	Great Northern Telegraph Co
R.S. Newall & Co	Marseilles, Algiers and Malta Telegraph Co
British & Irish Magnetic Telegraph Co.	Indo European Telegraph Co
Newfoundland Electric Telegraph Co	British Indian Telegraph Co
Electric & International Telegraph Co	Falmouth Gibraltar & Malta Telegraph Co
Mediterranean Extension Telegraph Co	British Australian Telegraph Co
New York Newfoundland and London Telegraph Co	Great Northern, China & Japan Extension Telegraph Co
Levant Telegraph Company	British Indian Extension Telegraph Co
Liverpool Docks Comité	West India & Panama Telegraph Co
Channel Islands Telegraph Co - Electric & International Telegraph Co	La Société du Câble Transatlantique Francaise
Atlantic Telegraph Co	China Submarine Telegraph Co
Red Sea & India Telegraph Co.	Telcon
Isle of Man Telegraph Co	Direct Spanish Telegraph Co
R.S. Newall & Co	German Union Telegraph Co
Reuters Telegraph Co System 224 nm.	Eastern Telegraph Co
River Plate Telegraph Co	Hamburg & Heligoland Telegraph Co
Anglo-American Telegraph Co	Western & Brazilian Telegraph Co
International Ocean Telegraph Co	Brazilian Submarine Telegraph Co
Cuba Submarine Telegraph Co	Great Northern Telegraph. Co
Anglo-Mediterranean Telegraph Co	Montevidean & Brazilian Telegraph Co
Danish Norwegian English Telegraph Co	Black Sea Telegraph Co
Danish Russian Telegraph Co	Direct United States Cable Co
Norwegian - English Telegraph Co	Companhia Telegrafica Platino- Brasileira Telegraph Co
Eastern Extension Australia & China	

En 1876 la red de cables submarinos mundiales estaba formada por cables explotados por Compañías comerciales privadas que eran el resultado de las fusiones y compras de las anteriores y por Administraciones estatales que explotaban sus propios cables.

Las Compañías, número de cables y longitud de éstos, se detallan en la siguiente tabla y las Administraciones estatales correspondían a los países, que aparecen en la siguiente página:



<b>Características de los cables en diferentes compañías</b>			
<b>Compañías</b>	<b>Número de cables</b>	<b>Longitud de cables en millas</b>	<b>Longitud de conductores</b>
Submarine Telegraph Company	10	800	3.716
Vereinigte Deutsche Telegraphen	2	225	900
Hamburg Helgolander Telegraphen	1	32	32
Scilly Telegraph Company	1	27	27
Direct Spanish Telegraph Company	3	748	748
Mediterranean Extensión Telegraph Co.	3	198	198
Black Sea Telegraph Co.	1	365	2.555
Indo European Telegraph Co.	1	8	24
Great Northern Telegraph Co.	13	4.107	4.219
Eastern Telegraph Co.	39	14.502	14.547
Eastern Extensión Australasia and China	9	7.381	7.381
Anglo American Yelegraph Co.	17	12.315	12.315
Direct United State Cable Co.	2	3.040	3.040
Brazilian Submarine Telegraph Co.	3	3.866	3.866
Internacional Ocean Telegraph Co.	4	490	490
Cuba Submarine Telegraph Company	3	940	940
West India and Panama Telegraph Co	19	3.970	3.970
Central American Telegraph Co.	2	1.080	1.080
Western And Brazilian Telegraph Co.	9	3.750	3.750
River Plate Telegrah Co.	1	32	32
West Coast of America Telegraph Co.	6	1.669	1.669
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>59.547</b>	<b>65.533</b>

Fuente: Nomenclature des Câbles Formant le Réseau Sous-Marin du Globe. Dressée d'après des Documents Officiels par Le Bureau International des Administrations Télégraphiques. Supplément au Número 29 (vol. III) du *Journal Télégraphique*

<b>Características de los cables submarinos en diferentes Administraciones</b>			
<b>Administración</b>	<b>Número de cables</b>	<b>Longitud de cables en millas</b>	<b>Longitud de conductores</b>
Alemania	21	149	266
Austria-Hungría	25	86	96
Dinamarca	29	101	334
España	6	233	237
Francia	26	673	673
Gran Bretaña e Irlanda	49	500	1.338
Grecia	2	3	3
Italia	12	218	221
Noruega	193	233	233
Países Bajos	18	36	54
Portugal	—	—	—
Rusia	3	62	70
Suecia	4	22	22
Turquía	11	143	143
Indias Británicas	6	1.721	1.721
Ídem Admón. India	2	60	60
Japón	11	71	71
Indias holandesas	1	55	55
Nueva Zelanda	1	20	20
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>4.442</b>	<b>5.727</b>

Fuente: Nomenclature des Câbles Formant le Réseau Sous-Marin du Globe. Dressée d'après des Documents Officiels par Le Bureau International des Administrations Télégraphiques. Supplément au Número 29 (vol. III) du *Journal Télégraphique*

Los primeros cables más importantes que se tendieron, en el periodo que consideramos, además del primero trasatlántico fueron:

En 1857, el de Cerdeña-Malta-Corfú con 700 m.n. y el primer intento desde Valentia, Irlanda a Trinity Bay y Newfoundland, con 1.250 + 900 m.n.

En 1858, el segundo intento del anterior con 3.000 m.n

En 1859, el Suez-Kossier-Suakin-Aden-Hallani-Muscat-Karachi con 255 + 474 + 627 + 718 + 486 + 481 m.n.

En 1869, Brest, France - St. Pierre - Cape Cod, USA con 3.3333 m.n.

En 1870, el Bombay-Aden-Suez con 3.600 m.n. y el de Batabano-Cienfuegos-Santiago de Cuba-Santiago-Jamaica: Jamaica-Panamá: Jamaica-Puerto Ric -St Thomas-St Kitts-Antigua-Guadeloupe-Dominica-Martinique-St Lucia-St Vincent-Barbados-Grenada-Trinidad-British Guiana con 150 + 425+197 + 660 + 753 + 79 + 173 + 90 + 78 + 55 + 56 + 54 + 93 + 110 + 89 + 92 + 360 m.n.

En 1871 el Vladivostock-Nagasaki-Shanghai-Hong Kong con 772 + 491 + 950 m. n.

En 1873 el de Pará (Belém) Maranhão (São Luis)-Ceará (Fortaleza)-Pernambuco (Recife)-Bahia (Salvador)-Rio de Janeiro, Brasil con 406 + 396 + 450 + 464 + 840 m.n., el Rye Beach, USA - Tor Bay, Nova Scotia-Harbour Grace, Newfoundland-Ballinskelligs, Ireland con 3.200 m.n. y el Rio de Janeiro-Santos-Florianopolis, Brasil con 1026 m.m.

En el tendido de estos y otros cables se utilizaron barcos procedentes de las Marinas de Guerra de los países involucrados y barcos adaptados para este cometido a los que se denominó «Barcos Cableros»

#### Barcos de guerra utilizados para tendido de cables

HMS Blake	HMS Fearless
HMS Pique	HMS Agamemnon
HMS Widgeon	USS Niagara
HMS Blazer	HMSTorch

#### Barcos cableros que intervinieron durante el periodo considerado

Goliath	Hawthorns	Lady Seale	Suffolk
Red Rover	Weymouth	Resolute	Kangaroo
Britannia	Dotorell	Stella	Minia
William Hutt	Chiltern	Brunswick	Agnes
Monarch	Narva	Queen Victoria	Belgian
Christopher Hague	Scanderia	Rangoon	Africa
Persian	Chiltern	Hawthorns	Cella
Result	Hawk	Dix Decembre (Amper)	Tordenskjold
Elba	Archimedes	Marian Moore	Great Northern
Aarhus	Chevy Chase	Kirkham	Robert Lowe
Dutchman	La Plata	Assaye	Seine
Sarah Bryant	Agnes	Tweed	Mazeppa
Proponéis	Investigador	Cospatrick	Hooper
Blazer	Fusilier	Amberwitch	Faraday
Willing Mind	Tweed	Carolina	Ambassador
William Cory	Calcuta	Great Eastern	Gomos
Omes	Amberwitch	Medway	Densimu Maru
Malaca	Chiltern	Albany	Norseman
Imperador	Belgian	Hawk	Professor Morse
Imperadix	Edinburgh	Amberwitch	
Berwick	Internacional		

## El Cable Submarino Trasatlántico

En 1852 el Gobierno de Terranova, Canadá, concedió al ingeniero inglés F. N. Gisborne el derecho exclusivo, por treinta años, para amarrar cables en Terranova con la condición de que construyera una línea terrestre, a través del país, desde San Juan a Cabo Ray. Gisborne formó la Terranova Electric Telegraph Company, con la idea de enviar rápidamente información sobre la navegación a Halifax, también en Canadá y Nueva York, en los Estados Unidos. Para ello habría que transportar los mensajes a través del Golfo de San Lorenzo en pequeñas lanchas hasta la isla del Príncipe Eduardo, una de las provincias marítimas de Canadá, cruzar el estrecho de Northumberland hasta New Brunswick por cable submarino y allí conectar con las líneas terrestres de Canadá y de los Estados Unidos.

Los trabajos comenzaron a mediados de 1852 con el tendido del cable submarino y el inicio de la construcción de la línea terrestre a través de Terranova. El cable duró menos de un año y sólo se construyeron cuarenta millas de línea terrestre antes de que la compañía quebrara. Con objeto de conseguir más dinero, Gisborne viajó a Nueva York donde le presentaron a Cyrus West Field, un comerciante retirado. Éste se dio cuenta de la importancia de la concesión de Gisborne en Terranova, para un posible cable trasatlántico. Convenció a varios amigos para tratar de extender la concesión de Gisborne a partir de 1856 otros cincuenta años, y crearon una compañía llamada New York, Terranova and London Electric Telegraph Company.

A finales de 1854, Field, tras asegurarse de la terminación de la construcción de la línea terrestre desde Cabo Ray a San Juan, viajó a Europa para encargarse del cable necesario para atravesar el Golfo de San Lorenzo entre Cabo Ray y Cabo Norte. Durante su estancia en Inglaterra, Cyrus Field conoció a los hermanos Bret, de la Magnetic Company, que habían tendido los cables del Canal y los de la isla de Wright. Los Bret le convencieron de la posibilidad de un cable trasatlántico y el día 20 de octubre de 1856 se constituyó la Atlantic Telegraph Company.

Una de las primeras gestiones que realizó el incansable Mr. Field fue pedir al Gobierno de los Estados Unidos el vapor *Ártico*, para hacer los sondeos del trayecto proyectado a través del Océano Atlántico. Una vez conseguido esto, Field se dirigió al Gobierno inglés solicitando la protección y los privilegios que creía necesarios para llevar a cabo su empresa. El 20 de noviembre de 1856 la Tesorería de Su Majestad le comunicó que estaban dispuestos a acceder a su petición bajo las siguientes condiciones:

El capital social sería de 350.000 libras esterlinas, la tarifa se fijaría con intervención de la Tesorería y no se podría alterar sin su consentimiento. Por su parte, el Gobierno de Su Majestad se comprometía a suministrar los buques que fueran necesarios, tanto para sondear el trazado como para la colocación del cable. Así mismo, se le concedía una subvención de 14.000 libras esterlinas anuales, esto es un 4 por 100 del capital social, como remuneración fija a la transmisión de los telegramas oficiales, tanto para el extranjero como para el interior. Esta subvención continuaría hasta que la Compañía pudiera dar a sus accionistas un dividendo del 6 por 100 al año, en cuyo caso la subvención quedaría reducida a 10.000 libras esterlinas al año durante un periodo de veinticinco años. También tendría el Gobierno de S. M. preferencia en la transmisión de los despachos, con excepción de los del Gobierno de los Estados Unidos, si se llegaba a estipular con él un convenio parecido a éste, en cuyo caso los partes de ambos serían transmitidos por el orden en que fueran llegando a las estaciones.

Sin pérdida de tiempo se completó la suscripción para el capital de 350.000 libras esterlinas, que en aquella época equivalían aproximadamente a 35 millones de reales. Por su parte, el Gobierno de los Estados Unidos no se quedó atrás y el 3 de marzo de 1857 el Congreso concedió una subvención, también de 14.000 libras esterlinas anuales, por espacio de veinticinco años. También se aportaban dos buques de guerra para colaborar en la colocación del cable. De esta manera, el Consejo de Administración de la Compañía decidió el tendido del cable para el verano de 1857.

El cable se encargó a la Glass Eliot and Company y al cabo de los dos años, periodo de tiempo que duró su construcción, a finales de julio de 1857, se embarcó éste entre dos navíos: el *Niágara*, fragata de hélice de los Estados Unidos y el *Agamenón*, fragata de velas británica en la

que se encontraban las dos puntas del cable. El tendido comenzó en Valentia, Irlanda, el 31 de julio de 1857 y a cuatro millas de allí un ligero accidente supuso la rotura del cable. Reparado éste siguió el tendido hasta que el 4 de agosto se produjo una nueva rotura, por no ser suficiente la velocidad del buque para superar una corriente submarina. La profundidad del mar, en ese punto, era de 5.600 metros y se perdieron 580 millas de cable, casi la tercera parte de la longitud total, por tanto hubo que suspender la operación.

Al año siguiente se comenzó de nuevo el tendido, pero en esta ocasión cada uno de los dos barcos llevaba la mitad del cable, sin cortar éste. Así navegaron juntos hasta la mitad del camino entre Terranova e Irlanda y a partir de ese punto cada uno se dirigió a uno de los extremos. Aunque lograron reparar dos roturas, el día 29 de junio de 1858 hubo de abandonarse nuevamente el intento y se perdieron 400 millas de cable. El 27 de julio se volvió a iniciar el tendido, esta vez los dos buques iban acompañados por otros de escolta, que realizaban avisos de cañón a los barcos que navegaban próximos a la zona de tendido del cable. El 5 de agosto de 1858, el *Agamenón* llegó a la costa europea y poco después el *Niágara* lo hizo en la americana. El acontecimiento fue recibido con tremendo entusiasmo por todas las naciones, en América hubo iluminaciones y manifestaciones públicas; pero cuando se preparaban para celebrarlo en Gran Bretaña, el día 1 de septiembre, se interrumpió por completo la comunicación.

Para atribuir la avería se dudaba de demasiados elementos, tampoco los intentos de recuperar el cable dieron resultado y se decidió construir un nuevo cable. Una de las dudas era si el trayecto no hubiese sido el más conveniente y se pensó en otros alternativos con tramos más cortos. Esto favorecía la opción del cable por el sur y por tanto Mr. Perry, que estaba llevando las gestiones en España, para tender un cable hasta la isla de Cuba, consultó al Gobierno español que si en el caso de proporcionar a España el enlace telegráfico con Cuba, por Canarias y Brasil, podría contar con la autorización para el cable con los Estados Unidos.

A pesar de que se le dio toda clase de seguridades, la tramitación se complicó entre unos y otros ministerios y es posible que, como consecuencia de esta situación en España, la Atlantic Telegraph Company prefirió seguir la antigua ruta. Se construyó un cable más grueso y con mejor protección y se recurrió al *Great Eastern*, único buque capaz de transportar la carga de 24 toneladas que suponían los 4.400 kilómetros de cable. El tendido se inició en Valentia el 21 de julio de 1865, surgieron algunas averías, que pudieron repararse; pero el día 2 de agosto se rompió el cable y nuevamente hubo que suspender la operación cuando ya se habían tendido dos mil kilómetros de cable. No se desilusionaron los accionistas de la Atlantic Telegraph Company, y se volvió a construir otro cable con la cubierta nuevamente mejorada. Por fin y definitivamente el día 30 de junio de 1866, el *Great Eastern* amarró el extremo americano del cable en New Foutland y comunicó con el otro extremo en Valentia. Pocos días después se pudo recuperar el cable perdido en 1865, al que se le empalmó la parte de cable que no llegó a tenderse entonces y el 1 de septiembre de 1866, el *Great Eastern* comunicaba que no sólo ya había un cable, sino que había dos.

### Los cables en los territorios españoles del Caribe

Una vez conseguido el tendido del cable trasatlántico, cambió la estrategia de la empresa a la que representaba Mr. Perry y entonces lo que trataba de conseguir era la autorización para el cable entre Cuba y los Estados Unidos, para de esta forma poder enlazar a través de la red de la Western Union el cable trasatlántico. Para ello, por una parte entró en escena el Mayor General del ejército de los Estados Unidos, Guillermo Smith, presidente de la International Ocean Telegraph Company, en cuyo nombre se solicitaban entonces las concesiones y por otra se orientaron éstas hacia el ministro de Ultramar, Alejandro de Castro. También acudió en petición el Sr. Marcoartur, que incluso llegó a crear una compañía en América para el tendido de los cables y que, aunque encontró acogida en el Gobierno español para su idea, no llegó a desarrollar ningún proyecto.

El Gobierno de Florida, por Ley de 2 de enero de 1866 había concedido a la International Ocean Telegraph Company la exclusividad para tender cables desde las costas norteamericanas hasta la isla de Cuba, concesión que había sido ratificada por el Gobierno de los Estados

Unidos, por un periodo de catorce años. Como consecuencia el general Smith visitó Madrid, recomendado oficialmente por el Gobierno de los Estados Unidos. Por un Decreto de 5 de diciembre de 1866 se le concedió el derecho a establecer cables telegráficos entre Cuba y los Estados Unidos, por espacio de cuarenta años con la condición de que los norteamericanos también le concediesen igual plazo y el cable se tendiera en el término de un año, cosa que así se hizo, ya que el cable comenzó a prestar servicio el 10 de septiembre de 1867.

En 1871 los dos cables angloamericanos se interrumpieron y hubo que cursar todo el tráfico a través del cable francés; sin embargo, parece que se llegó a un acuerdo entre compañías de forma que la anglo-americana cobraba una cierta cantidad de la tarifa aplicada. En el cuadro siguiente pueden apreciarse las tarifas correspondientes a estas circunstancias; solamente se indica la parte del cuadro que se refiere a los territorios españoles.

Tasas desde Londres o Brest aplicables a los diferentes Estados de América (1)								
ESTADOS	Tasas normales				Tasas provisionales dura los cables anglo americanos (2)			
	Despacho simple de 10 palabras		Cada palabra adicional		Despacho simple de 10 palabras		Cada palabra adicional	
	Para el público	Para autoridades españolas	Para el público	Para autoridades españolas	Para el público	Para autoridades españolas	Para el público	Para autoridades españolas
	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.	Ps. Cts.
ISLA DE CUBA								
La Habana	65,50	56,25	6,55	5,65	103,15	93,75	10,30	9,40
Santiago	71,90	62,50	7,20	6,25	109,40	100,00	10,95	10,00
ISLA DE JAMAICA								
Kingston	84,40	75,00	8,15	7,50	121,90	112,50	12,20	11,25

Notas:

(1) A las tasas que expresa el cuadro deben añadirse las del trayecto español y francés.

(2) No se admiten despachos de más de cincuenta palabras, incluida la dirección, durante la interrupción de los cables anglo-americanos.

Un indicador de la importancia de los cables submarinos en España a finales de 1876 puede ser la Circular, de 9 de noviembre de 1876, en la que aparecen las conexiones posibles desde la Península:

«Desde el recibo de esta circular las tarifas para América del Norte por las vías Barcelona-Marsella-Brest; Bilbao-Lizar-Valentia; Bilbao-Lizar-cable directo; Vigo-Falmouth-Valentia; Vigo-Falmouth-cable directo; Lisboa-Falmouth-Valentia; Lisboa-Falmouth-cable directo; Barcelona-Marsella-Calais-Valentia; Barcelona-Marsella-Calais-cable directo; Bilbao-Calais-Brest; Vigo-Falmout-Calais-Brest y Lisboa-Falmout-Calais-Brest, quedan asimiladas a la vía mas económica o sea de Hispano-francesa, vía Brest.»

## Consecuencias de la expansión del telégrafo eléctrico

La introducción del telégrafo eléctrico supuso un avance sin precedentes en las comunicaciones. Su principal aplicación fue en la estrategia comercial para los participantes en el comercio de valores de Bolsa, cuya fortuna podía depender de disponer de información con anticipación. Sin embargo, la ventaja en velocidad que proporcionaba el telégrafo podía perderse en el transporte del telegrama desde la oficina telegráfica al edificio de la Bolsa de valores. Para evitar este inconveniente se recurrió a distintas soluciones, tanto en los Estados Unidos como en Europa.

## Los tubos neumáticos

En 1853, J. Latimer Clark instaló un tubo neumático de 220 yardas entre la Bolsa de Londres en Threadneedle Street y la Estación Central de la Electric Telegraph Company en Lothbury, establecida en 1846. En Berlín fue en 1865 cuando se estableció la unión por tubos neumáticos entre la Oficina Central de Telégrafos y la Bolsa de Valores y en París se instalaron los tubos en 1866.

Muchas otras ciudades siguieron instalando redes de tubos neumáticos, no sólo para el transporte de telegramas, sino para cartas tanto individuales como empaquetadas. Para esta última aplicación se requirieron tubos de gran diámetro como los que han existido hasta no hace mucho en Hamburgo y en algunas ciudades americanas. Para las cartas individuales se construyeron redes en Viena, Praga, Berlín, Munich, Río de Janeiro, Roma, Milán, Nápoles, París y Marsella.

En 1974 todavía existía este servicio en París y en las ciudades italianas. También han persistido servicios basados en redes de tubos neumáticos para el transporte de mensajes e incluso en algunos casos, como el de París, se ha seguido utilizando su nombre y organización para servicios de mensajería, mediante ciclistas o motoristas.

Estas instalaciones han estado muy ligadas a la telegrafía, hasta el punto de que entraban dentro de las competencias de los Ingenieros de Telecomunicación. Se utilizaron en todas las grandes centrales telegráficas para transportar los telegramas desde las ventanillas, o puestos de recepción telefónica, hasta los puestos de distribución de telegramas a los aparatos de transmisión y también desde los puestos de recepción hasta el puesto de distribución de tráfico.

Su aplicación se extendió a otras aplicaciones como las oficinas bancarias e incluso actualmente se emplean en los grandes centros comerciales para recogida de la recaudación de las cajas de cobro. Más llamativo puede ser recordar que llegó a haber no ya proyectos sino incluso realidades de transporte de personas: líneas de pequeños trenes de «metro».

Las instalaciones constan de una estación de compresores, para producir el vacío en la red de tubos, y de una serie de estaciones de recogida y entrega, en las que se pueden introducir y recoger los «paquetes» sin perder el vacío en la instalación.

## El Stock Tiker

En los Estados Unidos se recurrió a otro procedimiento mediante un aparato telegráfico que imprimía en una cinta las cifras correspondientes a las cotizaciones de las acciones en la Bolsa. El éxito de este sistema fue tal que no sólo se utilizó entre la Bolsa y las centrales de la Western Union, sino que enseguida se difundió entre los brokers e inversionistas constituyendo una red de información a los domicilios de los propios usuarios. El aparato conocido como *Stock Tiker* se veía muy frecuentemente en las películas americanas de los años sesenta del siglo pasado.

En 1867 se había instalado en la Bolsa del Oro en Wall Street el llamado «indicador del oro» (*gold indicator*) que había sido inventado por S. S. Laws. Este dispositivo constaba de dos paneles opuestos en los que se mostraban las cifras de cotización del oro, estaba colocado en una ventana del edificio de forma que podía verse desde la calle New Street y desde el interior del edificio de la Bolsa. Con Laws trabajaba F. L. Pope que fue después socio de Edison. Thomas Edison por esas fechas trabajaba para conseguir un aparato telegráfico de fácil manejo por personas no profesionales que fuera capaz de escribir un texto. Ese mismo año de 1867, E. A. Callaghan de la American Telegraph Company inventó el primer aparato telegráfico impresor de cotizaciones de bolsa, al que por el sonido que producía se le denominó *stock ticker*.

Cuatro años después de que Callaghan introdujera el *ticker*, Henry Van Hovenbergh inventó un dispositivo para reunir a todos los *tickers* en una red única conectada a una estación central. Thomas Edison mejoró el diseño de forma importante en 1871, consiguiendo la patente correspondiente. A partir de entonces todos los *tickers* incorporaron este dispositivo.

Muchos inventores desarrollaron otros modelos y muchas compañías establecieron redes; pero el sistema subsistió hasta que, en 1960, la New York Quotation Company instaló el últi-

mo *ticker* mecánico, después fueron dispositivos electrónicos e informáticos los que se utilizaron.

En 1872 la Bolsa de Londres adoptó también el *stock tiker* y el propio Callaghan se desplazó a Londres para poner en marcha la Exchange Telegraph Company.

## Las Agencias de Prensa

En esta situación de impacto del telégrafo tuvo lugar el nacimiento de las agencias mundiales de noticias. La primera de ellas fue la francesa del judío Charles Havas (1835) que, en 1840, tenía un servicio casi perfecto de distribución, enlazado con las Islas Británicas a través de palomas mensajeras. En 1848, un empleado de la A. Havas, Israel J. Beer, que luego sería conocido en Inglaterra por el nombre de Paul Julius Reuter, abandonó a su patrón y se estableció por su cuenta, primero en Aquisgrán, después en Bruselas. Tres años más tarde cruzó el canal de la Mancha y montó su agencia en Londres, con la aprobación y el respeto de la prensa británica. Así nació la agencia Reuters, que sería la más importante del mundo a finales del siglo XIX. Otro desertor de la Havas, nuevamente un judío, como Reuter y como el propio creador de la agencia francesa, Bernhardt Wolff, abandonó las oficinas de París, en el mismo año de 1848, y regresó a su Alemania natal. Estableció en ella una agencia especializada en la transmisión de noticias comerciales, con el nombre de WTB (Wolffische Telegraphen Büro), y acordó importantes contratos con las firmas de negocios de su país. Igualmente nació en 1848 la Harbour News Association, que en 1892 tomó el nombre de Associated Press. En 1857 esta agencia se asoció con la Telegraphic and General News Association, fundada en 1850, y se convirtió en la New York Associated Press.

En 1870, después de unos años de cerrada competencia, las tres grandes agencias existentes, Havas, Reuters y Wolff, llegaron a un acuerdo internacional para intercambio de noticias y reparto de las áreas de influencia en su trabajo informativo. Un poco más tarde se unió a ellas la Associated Press. En las zonas acotadas, cada una de las agencias trabajaba con sentido de monopolio.

La más antigua de las agencias nacionales que todavía existe es la Ritz. Bur. (Ritzaus Bureau) de Dinamarca, fundada en 1866. Un año más tarde nació la primera agencia de prensa española, la Fabra (Agencia Telegráfica Fabra), que llevaba el nombre de su fundador, Nilo Fabra, y que desapareció en 1938. Nilo María Fabra, que se trasladó a Madrid a sus 17 años, actuó como corresponsal en la guerra entre Austria y Prusia (1866), instalándose luego definitivamente en Madrid. En 1870 la Agencia Fabra se integró como sucursal de la francesa Havas, vinculándose así a la federación de grandes agencias telegráficas. Desde 1893 Havas se convirtió en dueña absoluta de Fabra, al haber ido comprando paulatinamente todos sus derechos al fundador, Nilo María Fabra, que permaneció como director hasta su muerte en 1903.

## Bibliografía

- AHCIET (Varios autores) (1993). *Las Telecomunicaciones en Hispanoamérica: pasado, presente y futuro*. AHCIET.
- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (1993). *Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo en España: 1700-1936*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- Romeo López, José María (1990). *Historia de las Telecomunicaciones*. Exposición Histórica de las Telecomunicaciones. Secretaria General de Comunicaciones. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid.
- Romeo López, José María (1993). *La unión entre dos mundos: Los cables submarinos entre España e Hispanoamérica*. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Madrid.
- Suárez Saavedra, Antonino (1880). *Tratado de Telegrafía y nociones suficientes de la Posta*. Segunda edición. Zaragoza.
1873. «El Semáforo de Tarifa». *Revista de Telégrafos*. N.º 14 y 15 de julio de 1873, pág. 163.

## Referencias de Internet

Telecom Italia history. «*Telecommunications in the history*». [www.TelecomItalia.com](http://www.TelecomItalia.com)  
France Telecom: A propos de France Telecom. «*L'HISTOIRE*». [www.francetelecom.com](http://www.francetelecom.com)  
Virtual Library. «No. 5 - Telecommunications regulation in the UK». [www.virtual.com](http://www.virtual.com)  
FTL Design. History of the Atlantic Cable & Submarine Telegraphy. Cable Timeline 1850-1900.  
by Bill Glover. [www.atlantic-cable.com/Cables/CableTimeLine/index1850.htm](http://www.atlantic-cable.com/Cables/CableTimeLine/index1850.htm)  
Universal Stock Ticker. Stock Ticker History. [www.stocktickercompany.com.htm](http://www.stocktickercompany.com.htm)  
The Pneumatic Post of Paris. by J.D. Hayhurst O.B.E. Edited by C.S. Holder . Prepared in digital format by Mark Hayhurst. 1974. The France & Colonies Philatelic Society of Great Britain. <http://www.cix.co.uk/~mhayhurst/jdhayhurst/pneumatic/book3.html>  
[www.canalsocial.net/GER/ficha\\_GER.asp?titulo=AGENCIA%20DE%20PRENSA&cat=medioinformacion](http://www.canalsocial.net/GER/ficha_GER.asp?titulo=AGENCIA%20DE%20PRENSA&cat=medioinformacion)





Fachada del Palacio de Comunicaciones en 1920. Proyecto de Antonio Palacios y Joaquín Otamendi aprobado en 1905, cuya inauguración oficial se realiza en 1919, el 14 de marzo. Ha albergado desde su creación hasta 2005 diversas unidades administrativas relacionadas con las comunicaciones (Bahamonde y otros, 2002)

Telecomunicaciones,  
política y desarrollo  
económico

# Telecomunicaciones, política y desarrollo económico en el período 1877-1924

Javier Nadal Ariño

## Las telecomunicaciones en la España de 1877 a 1900

El modo en que la sociedad española reaccionó frente al teléfono y cómo lo incorporó a la actividad económica y social, puede servirnos de indicador del grado de madurez o de modernidad alcanzado por la España de la Restauración, puesto que ambos acontecimientos coincidieron en el tiempo. Cuando el teléfono llegó a España, acababa de cerrarse un período de más de cuarenta años de predominio liberal que se había desarrollado entre avances y retrocesos espectaculares.

A lo largo de este período se asistió a la privatización de la mayoría de los recursos que habían sido tradicionalmente públicos, desde la desamortización del suelo, hasta la venta de minas tan importantes como Riotinto, pasando por el arrendamiento de las de Linares y la eliminación de algunas rentas estancadas. Solamente la escasa capacidad recaudatoria del Estado impidió a los liberales deshacerse de las minas de Almadén<sup>1</sup> que, junto con las rentas del tabaco, representaba un imprescindible complemento de los menguados ingresos del Tesoro.

No obstante, el predominio de las tendencias favorables al liberalismo económico y, en consecuencia, contrarias al intervencionismo público en esta materia, no significaba que los sucesivos Gobiernos se despreocupasen de fomentar la introducción en España de los grandes avances que la Revolución Industrial estaba aportando en toda Europa, o de atender los servicios o las inversiones que, por su magnitud, resultaban inabordables por la iniciativa privada. Cosa distinta era disponer de los recursos necesarios en cada caso.

Así ocurrió, por ejemplo, con el ferrocarril, pues aunque la Ley de Bases de 1855 afirmaba que «la construcción de las líneas de servicio general podría verificarse por el Gobierno y, en su defecto, por particulares o compañías», la falta de recursos (ayudada por la vocación poco intervencionista de los liberales) hizo que sólo se utilizase la segunda posibilidad<sup>2</sup>.

Igualmente interesante, y por las razones contrarias, resulta observar el proceso de introducción del telégrafo eléctrico en España, cuya construcción y explotación se optó que fueran públicas desde el primer momento, y ello ocurrió en pleno período liberal<sup>3</sup>.

1 Almadén fue considerada «preciosa garantía en manos del Gobierno para los días de descrédito y de apuros». Citado por Rafael Dobado en *La minería estatal española, 1748-1873*.

2 Antonio Gómez Mendoza en *Ferrocarril industria y mercado en la modernización de España*. Biblioteca de Economía, Espasa Calpe, Madrid, 1989.

3 Ángel Bahamonde Magro, Luis Enrique Otero Carvajal y Gaspar Martínez Lorente en *Las comunicaciones en la construcción del Estado contemporáneo en España (1700-1936)*. La historia de Correos, Telégrafos y Teléfonos.

Parece que, al igual que había ocurrido en Alemania y en Francia, las posibilidades estratégicas del telégrafo para el despliegue de tropas o para el control del orden público y los riesgos inherentes a su utilización por el enemigo, pusieron en manos del Estado, sin ninguna sombra de duda, la construcción y la explotación del telégrafo. Distinta posición adoptaron los liberales de los Estados Unidos o de Inglaterra que no tuvieron ningún inconveniente en que el telégrafo se explotase por empresas privadas desde el principio<sup>4</sup>.

El servicio llegó a España con retraso respecto a los principales países de la época, pero una vez hechas las primeras instalaciones experimentales, se tomaron las decisiones esenciales con sorprendente rapidez. Se optó por la explotación pública del servicio, se reglamentó su funcionamiento, se aprobaron las inversiones necesarias para el desarrollo de la red, se abrió el servicio al público y se extendió por la geografía española a una velocidad notable. Todo lo cual resulta admirable si se compara con lo que ocurrió en otros países o en España con otros servicios. De hecho el servicio telegráfico inició en España su operación experimental en 1852 y en 1855 se promulgó la Ley que dejaría prácticamente definido lo esencial del servicio y de su forma de explotación, creándose en 1856 el Cuerpo de Telégrafos. La red alcanzó rápidamente un razonable grado de extensión gozando sus funcionarios de un considerable prestigio social.

Veinte años más tarde, cuando se produjo la llegada del teléfono, el servicio telegráfico había alcanzado un importante desarrollo que alcanzaba a las principales ciudades españolas de la época. Pero las finanzas del Estado no permitían excesivas alegrías y las dificultades presupuestarias terminaban por impedir que la red llegase a todos los destinos previstos. Afortunadamente estaban las compañías ferroviarias que disponían de sus propias redes telegráficas para el control del tráfico en sus redes. Poco a poco se fue autorizando que las estaciones telegráficas de estas compañías, así como de algunos balnearios, se abrieran al servicio público para cursar mensajes de particulares. De este modo se creó un sistema combinado público-privado en el que el Estado era el titular del servicio, invertía en la construcción y mantenimiento de los tramos más importantes de la red y tenía oficinas abiertas en todas las ciudades en las que el Presupuesto se lo permitía, mientras que el sector privado completaba la oferta con sus propias oficinas.

El deseo de llegar hasta los últimos rincones con el telégrafo se veía como una tarea titánica, necesaria pero muy difícil. La *Revista de Telégrafos*, que seguía con gran interés los avances que se producían en el mundo de las comunicaciones eléctricas, se hacía eco, ya en febrero de 1877, de las pruebas que se estaban haciendo con el teléfono y de las esperanzas depositadas en el nuevo invento ya que «puede muy bien servir para enlazar las estaciones telegráficas con las poblaciones relacionadas con ellas donde hoy no existe aún el telégrafo, constituyendo una ampliación económica de la red telegráfica»<sup>5</sup>. Posteriormente la misma *Revista* informaría puntualmente de los resultados de los experimentos de Alexander Graham Bell y de las polémicas que, sobre la propiedad de las patentes, mantenía con Elisha Gray y otros.

## La primera regulación telefónica: explotación por empresas y particulares

Mientras en los países circundantes la llegada del teléfono despertó un interés inmediato por sus aplicaciones prácticas y por las modalidades de explotación, a favor o en contra del monopolio, en España continuaría durante varios años la situación inicial de curiosidad científico-técnica por el «aparato que habla» junto a una indiferencia social y una aparentemente nula demanda de servicio.

A pesar del interés científico mostrado por algunas élites ilustradas, tuvieron que transcurrir varios años hasta que este interés empezara a insinuar una posibilidad de negocio. De hecho, las primeras evidencias de las que disponemos en este sentido nos muestran sendas iniciativas

4 El control militar del telégrafo también tuvo sus consecuencias positivas en la modernización de las comarcas del interior. Así, por ejemplo, en la *Estadística Telegráfica de España* del año 1877, se citan, en su página 10, una serie de estaciones telegráficas que se instalaron en posiciones de avanzada durante la guerra carlista, principalmente en Navarra y en el Maestrazgo, que, una vez concluida la guerra fueron convertidas en estaciones municipales unidas a la Red de Telégrafos.

5 Julián Alonso Prados en la *Revista de Telégrafos*, número de febrero de 1877, páginas 394-395.

privadas para instalar redes telefónicas públicas en Madrid y Barcelona en 1880, protagonizadas por Emilio Rotondo Nicolau, quien solicitó de los Ayuntamientos de Madrid y Barcelona el permiso para instalar una red, ya que disponía de la exclusividad de uso de la patente de A.G. Bell para España. Al parecer obtuvo el permiso en Madrid pero no en Barcelona<sup>6</sup>.

En el Ayuntamiento de Barcelona constan, al menos, otras dos peticiones similares a lo largo 1881, una de ellas en nombre de la International Bell Telephone, con sede en Amberes. La respuesta del Ayuntamiento de Barcelona a una de estas peticiones, en enero de 1882, aunque reconoce que el teléfono se ha convertido en «un elemento natural en la vida moderna», concluye que se trata de un servicio cuya competencia corresponde al Cuerpo de Telégrafos<sup>7</sup>. Esta respuesta parece sugerir dos cosas: que existía una cierta demanda social reconocida en el hecho de identificar al teléfono como «elemento natural» (corroborada por la existencia de líneas telefónicas particulares), y que existía una lucha soterrada del Cuerpo de Telégrafos por controlar el proceso.

Por fin la *Gaceta de Madrid* publicó, el 18 de agosto de 1882, la primera disposición reglamentaria española relativa al teléfono. Se trataba de un Real Decreto que optaba por la explotación por particulares y compañías, quedando derrotada, por el momento, la opción del Cuerpo de Telégrafos<sup>8</sup>. El Decreto establecía un sistema de concesiones a particulares y sociedades, por concurso público, con una duración máxima de veinte años, para la constitución de redes urbanas, dentro de un radio máximo de diez kilómetros, con destino al servicio público sin carácter de exclusividad. Las tarifas debían ser aprobadas por el Gobierno quien, además, recibiría un mínimo del 5 por 100 de la recaudación total, quedando exentas de cualquier contribución o impuesto general o local.

Se trataba de un planteamiento absolutamente liberal, abierto a la concurrencia y con pocas limitaciones a la iniciativa privada. Tenía en común con la actitud de otros países europeos el hecho de ser la Administración la que regulaba el procedimiento para acceder a la condición de operador, pero el modelo diseñado por el Real Decreto era un producto liberal, mucho más abierto, por ejemplo, que su equivalente francés de 1879, el cual fijaba un canon del 10 por 100 de los ingresos y cinco años de duración de las concesiones, mientras que en el modelo español el canon era menor y el periodo de concesión mayor.

A pesar de todo, cuando el mismo año se convocó el concurso público para otorgar las concesiones, hubo que declararlo «sin resultado aceptable» por falta de demanda solvente. A partir de este momento sólo se otorgaron concesiones de líneas particulares para uso exclusivo del titular.

El fracaso del concurso dejó desatendida la demanda, ya que tampoco la Administración de Telégrafos había recibido el encargo de organizar el servicio ni se arriesgó a ponerlo en marcha sin una orden explícita. Algunos Ayuntamientos tomaron entonces la iniciativa. Es el caso de Barcelona, donde su alcalde, Rius i Taulet, optó por poner en marcha las disposiciones oportunas para construir una red urbana a cargo del Presupuesto municipal, convocando una subasta el 23 de febrero de 1884. El representante de la Administración de Telégrafos en Barcelona pidió la suspensión de la subasta, pero el alcalde decidió su continuación e incluso se llegó a seleccionar la oferta ganadora (la Sociedad Anglo-Española de Electricidad). Sin embargo, en el mes de julio del mismo año, el alcalde comunicó a la sociedad ganadora la imposibilidad de llevar a cabo las obras, porque se esperaba que el Gobierno modificase la reglamentación del servicio<sup>9</sup>.

Existen también indicios de que el Ayuntamiento de Madrid intentó una acción similar que quedó suspendida a causa de la oposición de la Dirección General de Correos y Telégrafos<sup>10</sup>. Téngase en cuenta que Cánovas había vuelto al Gobierno en enero y ya se estaba preparando el nuevo Real Decreto.

6 Citado por Ángel Calvo.

7 Véase Ángel Calvo.

8 *Gaceta de Madrid*, 18 de Agosto de 1882.

9 Véase Ángel Calvo.

10 Citado por Ángel Calvo.

Éstas no fueron las únicas iniciativas que se llevaron a cabo, ya que existen noticias de que en 1883 se habían establecido redes urbanas en Bilbao y Valencia, pero sólo para el servicio de los Ayuntamientos y a cargo de ellos. Constatada también la existencia de redes militares en Valencia, Zaragoza, Cartagena y Madrid, así como una segunda red en Madrid para uso de los Ministerios, construida ésta por la Dirección General de Correos y Telégrafos a finales de 1882. Además existía un considerable número de particulares que habían establecido sus propias comunicaciones telefónicas, entre su domicilio y sus oficinas o entre sus casas de la ciudad y sus fincas en el campo. Estas instalaciones eran para el uso exclusivo de sus propietarios y ninguna de ellas superaba los diez kilómetros de distancia. Pero la inexistencia de una (o más) empresas o entidades que pudieran establecer la interconexión entre los distintos usuarios estaba creando un estado de desarrollo caótico y una situación insostenible.

### La segunda regulación telefónica: reacción conservadora y monopolio para el Estado

En el mes de octubre de 1883 caía el primer Gobierno de Sagasta. Volvió Cánovas al poder en enero de 1884 y con él Romero Robledo ocupó el Ministerio de Gobernación y, por lo tanto, asumió el control de Correos y Telégrafos. Apenas habían transcurrido siete meses del nuevo Gobierno conservador, cuando el 11 de agosto de 1884 se dictaba un nuevo Real Decreto y un día después el correspondiente Reglamento, reservando para el Estado el establecimiento y la explotación del servicio telefónico a través de Telégrafos<sup>11</sup>.

El ministro Romero Robledo, o al menos el redactor del Real Decreto, no tenía dudas de la rentabilidad de la operación para el Tesoro, lo que le hacía afirmar en la Exposición de Motivos que, incluso con tarifas inferiores a las de otras naciones, se podrían «*cubrir con exceso los gastos de instalación y explotación, y alcanzar al segundo año una renta considerable comparada con el gasto que el servicio exige*». No parece que la tarifa de 600 pesetas anuales, que se fijó en el Reglamento, cumpliera aquella condición. En todo caso el mismo día 11 de agosto, el Rey firmaba otro Real Decreto concediendo un crédito extraordinario de 280.000 pesetas para los «*Gastos que ocasione el establecimiento de redes telefónicas en las capitales de provincia*».

El Cuerpo de Telégrafos se puso rápidamente manos a la obra, a pesar de que posiblemente ni el crédito asignado era suficiente para la magnitud de la tarea a emprender, ni los recursos humanos lo eran para construir redes telefónicas al mismo tiempo que se seguía ampliando y explotando la red telegráfica.

En 1886, el Director Adjunto de los telégrafos suizos, M. Rothen, publicó un estudio comparativo del estado de la telefonía en el mundo con datos del año anterior. Se trata de un estudio detallado basado en las observaciones y conocimientos directos de su autor, además de los datos publicados por el *Bulletin international de l'électricité*.

Como puede verse en el Cuadro 1, donde se han resumido algunos de los datos más interesantes de los contenidos en el informe, el servicio telefónico se encontraba, en 1885, extendido por los cinco continentes, aunque de los 30 territorios identificados, sólo 20 eran Estados independientes (14 de Europa y 6 de América), mientras que el resto eran principalmente territorios bajo administración colonial británica.

Si exceptuamos a España, del resto de los Estados independientes que aparecen en el Cuadro, solamente Alemania y Suiza habían tomado la firme decisión, desde un primer momento, de llevar a cabo la explotación a través de la administración de Telégrafos. Francia se encontraba en pleno debate de la cuestión, en Suecia se daba una situación mixta en la que el Estado había tomado de su parte desarrollar el servicio en aquellas ciudades y regiones en las que la iniciativa privada no lo hacía, mientras en el Imperio Austro-Húngaro solamente la ciudad de Budapest estaba bajo la administración del Estado, tras la adquisición de la compañía privada que anteriormente explotaba el servicio.

<sup>11</sup> *Gaceta de Madrid*, 11 de Agosto de 1884.

No parece, pues, que la tendencia internacional dominante, cuando se publicó el Real Decreto de 1884, fuese la explotación pública del servicio, lo que hace pensar que la decisión tomada por el Gobierno conservador español respondía a criterios de índole puramente internos. Ideológicos, por una parte, y pragmáticos por el bloqueo existente tras el fracaso del concurso de 1883.

En todo caso, el Cuadro 1 muestra también que el estado de desarrollo del teléfono en España, a finales de 1885, era altamente insatisfactorio. Sin duda la Administración de Telégrafos no había tenido tiempo de superar el retraso acumulado por la ausencia de iniciativas sólidas de los años anteriores, pero la realidad era que, si descontamos el caso de Luxemburgo, el número de abonados en España era menor que en Portugal, y apenas representaba el 4 por 100 de los abonados de Alemania o Gran Bretaña, y el 8 por 100 de los de Francia o Italia.

CP = Compañía Privada.

Notas:

(1) El Estado es propietario de la red de Budapest.

(2) La red es de La Habana.

(3) 11 redes son privadas (incluyendo Orán y Argel) y 9 del Estado.

(4) Las redes de las principales ciudades son privadas, con la excepción de Malmö.

(5) En el informe original no consta el tipo de explotación, pero eran los años de exclusividad de la American Bell Telephone Company.

(6) Dentro de Antillas aparecen 4 redes: La Habana, Port of Spain, Bridgetown y Kingston.

(7) Las tres redes citadas son de las compañías privadas. El Estado realiza conexiones independientes.

Fuente: Elaboración Javier Nadal del informe de M. Rothen.

Cuadro 1. Estado de la telefonía en el mundo. Año 1885						
	Redes	Abonados	Enlaces Interurbanos	Explotación	Abono (Fr)	Notas
EUROPA						
Alemania	81	14.000	26	Estado	187,50	
Austria-Hungría	12	3.092	1	Estado-2 CP	200-450	(1)
Bélgica	8	3.484	5	3 CP	150-250	
Dinamarca	2	1.370		1 CP	205-262	
España	3	601		Estado	280-374	
Cuba	1	356				(2)
Francia	20	7.175	4	Estado-1 CP	200-600	(3)
Gran Bretaña	90	15.465	55	7 CP	250-500	
Italia	16	8.340		10 CP	120-200	
Luxemburgo	1	120		No consta	139	
Holanda	8	2.493		1 CP	248-252	
Portugal	2	826		1 CP	334-449	
Rusia	20	5.280		2 CP	150-575	
Suecia	16	5.904	7	Estado-3 CP	111-174	(4)
Suiza		62	5.101	38	Estado	100
AMÉRICA						
Estados Unidos	752	151.056	1.498	1 CP	220-976	(5)
Antillas	4	797		No consta		(6)
México	17	3.200	1	No consta		
Venezuela	4	1.550	2	No consta		
Brasil	5	2.475	1	No consta		
Argentina	1	1.544		1 CP	450	
Uruguay	1	389		1 CP	240	
Islas Sandwich	2	1.025		1 CP		
ASIA						
Indias y Ceylan	9	1.002		3 CP	600-710	
China	1	139		1 CP	208	
ÁFRICA						
Egipto	2	652		1 CP		
AUSTRALIA						
Queensland	4	440		No consta		
Australia Meridional	2	575	1	Estado	300	
Nueva Gales del Sur	1	260		Estado	125	
Victoria	3	834		Estado-2 CP		(7)
Nueva Zelanda	7	1.164		Estado	200-250	

Esta situación queda reflejada también en el Cuadro 2, donde se puede ver el número de abonados al servicio telefónico existentes en 1885, en un conjunto de ciudades representativas del mundo. Obsérvese que tanto Barcelona como Madrid tenían una teledensidad (abonados por mil habitantes), muy inferior a la de sus pares europeas y sólo comparable a la de ciudades como Calcuta o El Cairo. El caso de Valencia llama especialmente la atención por ser la ciudad con menor teledensidad, no sólo del Cuadro 2, sino de las 81 ciudades de más de 150.000 habitantes que aparecen en el informe de M. Rothen, con la excepción de Madras, que con 397.500 habitantes y 43 abonados tenía una teledensidad de 0,11.

<b>Cuadro 2. Teléfonos en las principales ciudades del mundo en 1885</b>				
<b>Ciudad</b>	<b>Población</b>	<b>Abonados</b>	<b>Teledensidad (por 1000 habitantes)</b>	<b>Abono (Fr)</b>
Londres	4.764.312	4.193	0,88	500
París	2.799.329	4.054	1,45	600
Berlín	1.316.382	4.300	3,27	187,5
Nueva York	1.206.209	9.000	7,46	315 - 976
Viena	1.200.000	946	0,79	375
San Petersburgo	850.000	1.100	1,29	575
Moscú	800.000	650	0,81	575
Calcuta	794.645	336	0,42	710
Barcelona	730.500	300	0,41	374
Nápoles	500.000	840	1,68	200
El Cairo	498.000	218	0,44	
Madrid	477.500	277	0,58	374
Milán	419.787	925	2,20	184
Buenos Aires	340.000	1.544	4,54	450
Río de Janeiro	310.000	1.675	5,40	
Roma	300.000	2.054	6,85	174
México	241.110	643	2,67	
La Habana	230.000	356	1,55	
Lisboa	223.000	497	2,23	187,5 - 250
Praga	200.000	370	1,85	225
Estocolmo	173.433	3.825	22,05	173,5
Valencia	150.000	24	0,16	280
Montevideo	111.500	389	3,49	240
Oporto	110.000	329	2,99	187,5 - 250
Caracas	48.897	475	9,71	

Fuente: Elaboración Javier Nadal del informe de M. Rothen.

Particularmente ilustrativo resulta comparar las cifras de penetración o teledensidad alcanzadas en las tres ciudades españolas citadas con las principales ciudades de las antiguas colonias españolas, o de nuestro vecino Portugal. Buenos Aires, México, Montevideo, Caracas, Lisboa u Oporto disfrutaban de penetraciones entre 17 y 4 veces superiores a la de Madrid. Incluso La Habana, ciudad española en aquellos tiempos, exhibía una penetración casi tres veces superior a la de la capital de España.

Respecto a las tarifas de prestación del servicio, puede observarse en los Cuadros anteriores, que existía una notable dispersión de casos, aunque en general puede deducirse que, en las redes más grandes, el abono era más caro que en las más pequeñas. Igualmente se cumplía como regla general que las redes explotadas por el Estado disfrutaban de tarifas más ventajo-

sas que las de las compañías privadas. En este sentido destaca el caso de los Estados Unidos por su extraordinariamente alto nivel de tarifas, mientras que Alemania y Suiza destacan por sus bajos niveles. El caso de Italia podría constituir la excepción que confirma la regla, ya que disfrutaba de unas tarifas relativamente bajas a pesar de mantener un modo de explotación totalmente privado.

Lo cierto es que quince meses después de la decisión de ceder la explotación del servicio telefónico a la Administración de Telégrafos, la cifra de teléfonos instalados en España alcanzaba, según los datos citados en el propio Preámbulo del Real Decreto de 13 de junio de 1886<sup>12</sup>, la exigua cantidad de 797, de los cuales 517 correspondían a teléfonos de líneas particulares instaladas al amparo del Real Decreto 1882.

El esfuerzo desplegado había permitido que Madrid, Barcelona, Valencia y otras ciudades dispusieran de centrales con varias decenas de abonados, pero los resultados distaban de ser espectaculares, como hemos visto en los Cuadros 1 y 2. Desde luego que un año y medio no es tiempo suficiente para juzgar unos resultados, pero, en todo caso, la muerte del rey Alfonso XII en noviembre de 1885 determinó el final de la segunda oportunidad perdida por los telegrafistas para hacerse con el control del naciente servicio telefónico.

### La regulación de 1886. Vuelta a la explotación telefónica por compañías privadas

La muerte de Alfonso XII supuso el retorno de Sagasta con su famoso «Ministerio largo» que duró hasta julio de 1890. Mientras Sagasta trabajaba por convertir en leyes las «conquistas liberales» de 1869, su ministro de la Gobernación (nuevamente Venancio González) se afanaba por retornar el servicio telefónico a la explotación privada. Durante el primer semestre de 1886 tuvo lugar una interesante polémica, en los medios de comunicación, sobre las intenciones del ministro, que concluyó con la firma por la Regente, el 13 de junio de 1886, del tercer Real Decreto, en cuatro años, sobre el servicio telefónico.

No menos apasionado resultó el debate de tarifas. Los conservadores argumentaban que Alemania y Suiza tenían nacionalizado el servicio y que sus tarifas eran inferiores a las de aquellos países donde el servicio se explotaba por empresas. Sin embargo poca defensa tenían ante la réplica liberal: las tarifas españolas eran muy elevadas y el servicio de mala calidad.

Pero el argumento central, al que supeditaban todos los demás, era que ceder la explotación a empresas particulares suponía, en realidad, «entregar al público a la tiranía de las Empresas particulares, cuyos escandalosos abusos en España son la causa más eficaz de la ruina del país». Ejemplos de como las empresas abusaban tiránicamente del público, los encontraban una y otra vez en la construcción y explotación del ferrocarril, los tranvías y la fábrica de Gas de Madrid, caso, al parecer, paradigmático de como un monopolio en manos de una compañía privada generaba un servicio malísimo, a un precio desorbitado e insoportable para los consumidores.

Se acusaba al ministro de estar planeando secretamente la cesión del servicio, en monopolio, a una sola empresa para toda España y de querer evitar la subasta pública acudiendo en su lugar a la modalidad de concurso, que dejaría la discrecionalidad en sus manos. De ser ciertos los rumores, se decía, la empresa en cuestión sólo podría ser extranjera y como, con toda seguridad, esta empresa extranjera dispondría también de importantes fábricas de material telefónico, una vez más se perdería la ocasión de crear una industria nacional. Se reconocía que los capitalistas españoles desconocían casi por completo este negocio, cuyas patentes estaban controladas por unas pocas empresas extranjeras (eran los años del monopolio de las patentes de Bell en los Estados Unidos). Se concluía que si alguna de estas empresas recibiese el encargo de explotar el servicio en España, ocurriría como con el ferrocarril, que se nutrían en el extranjero «hasta de la grasa para untar los ejes de máquinas y vagones».

Hoy resulta, al menos, curioso leer en un escrito de 1886 que con esta estrategia «se pierde la última esperanza de que llegue a prosperar algún día la industria española». No había transcu-

<sup>12</sup> Gaceta de Madrid, 15 de junio de 1886.



rrido aún una década desde la invención del teléfono y ya se temía perder la «última esperanza». Este temor será una constante del desarrollo tecnológico e industrial español hasta nuestros días. Siempre hemos creído estar perdiendo las últimas ocasiones o los últimos trenes.

Sin embargo, quienes defendían el monopolio en 1886 se referían al monopolio de explotación por el Estado y, en particular, por el Cuerpo de Telégrafos. La diferencia no se situaba en el modo de explotación (monopolio o libre competencia) sino en la titularidad del servicio, estatal o privada. Los conservadores atribuían todas las virtudes cívicas a la primera, mientras suponían que del monopolio explotado por empresas privadas sólo podía esperarse la explotación y la tiranía sobre los usuarios para saciar la voracidad de los propietarios y consejeros de las empresas. Andando el tiempo habría de producirse una curiosa paradoja, al ser el régimen corporativista de Primo de Rivera quien entregase el monopolio a una empresa extranjera.

La polémica se zanjó, como ya hemos dicho, con la publicación del nuevo Real Decreto de 13 de junio de 1886. El eco de los debates se percibe claramente en la exposición de motivos del Real Decreto, donde el ministro concluye con rotundidad los argumentos liberales: «*el Estado, como administrador de este servicio, será un obstáculo perpetuo para su desarrollo en las proporciones que exigen las necesidades de la vida moderna en todas las esferas*». Declaraba probada la inexactitud de los cálculos que pronosticaban grandes beneficios para el Estado por la explotación del servicio y lo infundado del temor de los peligros que, para el orden público, ocasionaría la entrega del servicio a la industria privada y, en consecuencia, recuperaba, aunque con significativas modificaciones, el espíritu del Real Decreto de 1882<sup>13</sup>.

No sólo se autorizaba al ministro a conceder el establecimiento y la explotación de nuevas redes telefónicas, sino también a conceder la explotación de las redes que se hallaban a cargo del Estado (como hemos visto se trataba de Madrid, Barcelona y Valencia). Las concesiones se otorgarían por subasta pública, eliminando así un importante argumento de la oposición. El único elemento de análisis en la subasta sería el porcentaje de los ingresos a percibir por el Estado, no pudiendo ser inferior al 10 por 100; las concesiones serían por veinte años, al término de los cuales las líneas pasarían a ser propiedad del Estado sin coste alguno para éste, no estando previsto el rescate anticipado de las concesiones. Las tarifas se rebajaban a 300 pesetas anuales.

La concesión de las redes ya explotadas por el Cuerpo de Telégrafos supondría el pago de 460 pesetas, por cada línea y estación de abonado, debiendo sacar las centrales existentes de los locales del Estado en el plazo de dos meses. Tanto este Real Decreto como sus antecesores de 1882 y 1884 se referían exclusivamente al servicio telefónico urbano dentro de un máximo radio de diez kilómetros. El servicio interurbano todavía no era técnicamente muy seguro en España, aunque en los principales países europeos este servicio era ya una realidad consolidada, como se puede ver en el Cuadro 1.

La extensa duración del Ministerio largo de Sagasta le permitió consolidar el sufragio universal, el juicio por jurado, la libertad de prensa y de asociación y, salvo la libertad religiosa, todas las conquistas liberales de «la Gloriosa» encontraron acomodo. También en el caso del servicio telefónico, el modelo liberal de 1886 permitió recuperar parte del tiempo perdido, a pesar de que su desarrollo coincidió con un empeoramiento de la coyuntura económica.

La etapa de expansión económica que se había iniciado con la llegada de capitales extranjeros, facilitada por las leyes mineras liberales, y con el gran incremento de la demanda de vino español como consecuencia de la devastación de los viñedos franceses por la filoxera, originó una «fiebre del oro» durante la primera década de la Restauración. A partir de 1886 la euforia se convirtió en depresión. La filoxera llegó a España, la agricultura tuvo que soportar una caída del precio de los cereales, la industria metalúrgica catalana empezó a tener pérdidas y a despedir trabajadores. El retorno al proteccionismo como política fundamental empezó a ganar adeptos incluso entre el partido liberal. El intervencionismo y la autarquía empezaron a ganar posiciones precisamente en estos años, lo que condicionó y dificultó la expansión del teléfono, que precisaba, al igual que ocurriera con el ferrocarril, de la entrada de capital y, sobre todo, de tecnología extranjera.

13 *Gaceta de Madrid*, 13 de junio de 1886.

Fuente: Anuarios de Correos y Telégrafos de España. Elaboración Javier Nadal

<b>Cuadro 3. Concesiones realizadas y sus cánones entre 1886 y 1898</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Concesión</b>	<b>Canon</b>	<b>Fecha</b>	<b>Concesión</b>	<b>Canon</b>
<b>1886</b>			<b>1889</b>		
6 agosto	Madrid	20%	14 enero	Palma	13%
10 septiembre	Bilbao	34%	26 febrero	Vigo	14%
24 septiembre	Málaga	21%	22 marzo	Manresa	13%
24 septiembre	Zaragoza	20%	1 noviembre	Coca	10%
30 octubre	Sevilla	10%			
6 noviembre	Barcelona	33,75%	<b>1890</b>		
25 noviembre	Valencia	31,30%	8 febrero	Vitoria	16%
			18 marzo	Motril	10%
<b>1887</b>			14 junio	Pamplona	12%
6 agosto	Alicante	10%	23 Septiembre	Las Palmas	12%
6 agosto	Oviedo	10%	16 noviembre	Toledo	16%
6 agosto	Valladolid	10%			
8 noviembre	Gijón	10%	<b>1891</b>		
			1 enero	Linares	20,50%
<b>1888</b>			3 abril	Burgos	10%
30 enero	Cádiz	11%			
27 marzo	Córdoba	15%	<b>1895</b>		
9 abril	Felanitx	10%	14 enero	Logroño	10%
3 mayo	Alcoy	17%	13 abril	Salamanca	10%
11 junio	Cartagena	20,50%	20 mayo	Mataró	10%
3 julio	Sabadell	22,50%	20 mayo	Valls	10%
8 julio	La Coruña	17%			
8 julio	San Sebastián	21%	<b>1898</b>		
	Murcia	25%	3 febrero	Tarragona	10%
9 agosto	Santander	12%	9 marzo	Reus	10%
30 agosto	Jerez	22%			
11 septiembre	Almería	21%			
15 noviembre	Granada	10%			
19 diciembre	Castellón	10%			

Sin embargo, los datos de que disponemos permiten afirmar que las subastas que se realizaron al amparo del Real Decreto de 1886 concluyeron de manera bastante aceptable. En efecto, en el Cuadro 3 se ofrecen los resultados de todas las subastas efectuadas entre 1886 y 1890, de acuerdo con el Real Decreto citado, así como las efectuadas entre 1891 y 1898, todas ellas según las reglas emanadas del Real Decreto de 1890, del que hablaremos más adelante.

Como puede observarse, lo primero que hizo el Gobierno, en menos de dos meses desde la nueva regulación, fue desprenderse de la red de Madrid, que fue adquirida por la Compañía Madrileña de Teléfonos<sup>14</sup> a cambio de un canon del 20 por 100 de los ingresos. En septiembre subastaron las nuevas redes de Bilbao, Málaga y Zaragoza. En octubre la de Sevilla, y en noviembre de 1886 se desprendió de las de Barcelona y Valencia todavía bajo el control del Cuerpo de Telégrafos.

14 *Journal Télégraphique y Estadística de Telégrafos de España.*

Es interesante observar los valores del canon en que se hicieron las diferentes concesiones, pues es un buen indicador del potencial económico que el mercado atribuía, en aquellos tiempos, a cada una de las ciudades afectadas.

De todos los concursos celebrados según las bases del Real Decreto 1886, solamente se alcanzaron cánones superiores al 30 por 100 en las redes de Bilbao, Barcelona o Valencia. Por Madrid se ofreció, como ya se ha dicho, un 20 por 100 siendo superada por ciudades tan significativas como Murcia, Sabadell, Jerez, Málaga, San Sebastián, Almería, Cartagena y Linares.

Si pusiéramos en un mapa de España las poblaciones que disponían de servicio telefónico urbano a finales de 1898, veríamos que éstas señalarían con bastante precisión el mapa de las regiones que disfrutaban de una prosperidad por encima de la media. La industria de Barcelona con cuatro importantes núcleos, el triángulo Reus-Tarragona-Valls, el Levante desde Castellón hasta Murcia, las comarcas mineras (Asturias, Linares, Almería), el País Vasco y Navarra, el Valle del Guadalquivir, etc.

En cualquier caso, las veinticinco concesiones subastadas entre agosto de 1886 y diciembre de 1888, más las diez concedidas en los dos años posteriores, pueden considerarse un éxito del Gobierno liberal, que en sólo cinco años logró recuperar el tiempo perdido por las reglamentaciones anteriores. Los datos del Cuadro 3 y las concesiones que se siguieron subastando en los años sucesivos, muestran que el crecimiento de las redes urbanas, a partir de 1891, respondió a la demanda real existente.

En efecto, a partir de la entrada en vigor del Reglamento de Francisco Silvela (publicado en enero de 1891 y del que hablaremos en el siguiente apartado), se abarataron las nuevas concesiones al reducirse el canon al 10 por 100. Sin embargo, los resultados distaron de ser espectaculares, ya que si en los cinco años de vigencia del Real decreto de 1886 se habían otorgado 36 concesiones, en los diez siguientes solamente se pudieron incrementar con otras 21.

No cabe duda que si comparamos el número de abonados y de redes existentes en España en estos años con los que se habían alcanzado en Alemania, Suiza, Suecia o Francia (ver Cuadro 1), podríamos sacar la rápida conclusión de que la situación española se encontraba considerablemente retrasada respecto a sus vecinos. Pero esto sería, en mi opinión, una conclusión precipitada y parcialmente errónea.

Para interpretar mejor el estado de la cuestión en España hay que tomar como referentes no solo los países que más avanzaron en la materia, sino que conviene hacer una comparación complementaria con otros países de nuestro entorno cuyas condiciones políticas, económicas o sociales fueran similares a las nuestras, para poder determinar si el modo de resolver la cuestión en España se puede considerar normal, en su entorno, o tiene características específicas y propias. Es por ello que, dada la mayor proximidad en todos los órdenes existente con Italia, así como la homogeneidad de las series comparativas disponibles para esos años, se ha elaborado el Cuadro 4 con las series comparadas del número de abonados, el crecimiento anual y el número de redes existentes.

Es curioso observar la extraordinaria similitud existente entre las series de datos de ambos países. Italia comenzó su desarrollo un par de años antes que España. En 1885 había en Italia nueve ciudades con servicio por tres en España y un año más tarde la diferencia aumentaba, ya que España seguía teniendo tres redes en servicio mientras que Italia ya alcanzaba 22. A partir de 1888 el número de concesiones que se ponen en servicio en España no para de aumentar, pudiéndose considerar que a partir de 1891 el número de ciudades con red en servicio es equivalente en ambos países, si se tiene en cuenta la mayor presión demográfica de Italia<sup>15</sup>.

Por lo que al número de abonados se refiere, puede afirmarse que tras el retraso ya señalado de los dos primeros años, la recuperación experimentada por España, entre 1887 y 1890, permitió que en los años sucesivos, la situación entre ambos países fuera prácticamente igualada, con la particularidad de que la mayor población de Italia hace que las cifras de teledensidad de España sean superiores.

Por otra parte resulta interesante comprobar que la evolución de ambos países es tan pareja en el número de abonados y en las fases de crecimiento y de estancamiento (crecimiento en el

15 Las diferencias en el número de Redes Urbanas en cada año concreto, entre los Cuadros 6 y 7, se debe a que en el Cuadro 6 se trata del año en que se ganó la concesión, mientras que en el 7 se muestra el año de inicio del servicio. Recuérdese que Madrid, Barcelona y Valencia empezaron a funcionar bajo la gestión de la Administración de Telégrafos, el 1 de enero de 1885.

Fuente: Elaboración de Javier Nadal sobre datos del Bureau International des Administrations Télégraphiques

**Cuadro 4. Evolución del servicio telefónico en España e Italia (1885-1895)**

Años	Abonados		Incremento (%)		Redes Urbanas	
	España	Italia	España	Italia	España	Italia
1885	464	2.081			3	9
1886	1.870	8.479	303,0	307,4	3	22
1887	2.312	9.564	23,6	12,8	7	47
1888	4.599	10.146	98,9	6,1	19	40
1889	7.089		54,1	-2,8	28	
1890	8.680	9.574	22,4	-2,8	31	33
1891	10.902	11.980	25,6	25,1	35	51
1892	10.785	12.007	-1,1	0,2	35	51
1893	10.820	11.303	0,3	-5,9	36	53
1894	10.778	11.635	-0,4	2,9	36	54
1895	11.235	11.768	4,2	1,1	41	54

primer quinquenio y estancamiento en el segundo), que hace suponer que la coyuntura económica internacional influyó de la misma manera en ambos países. Para aumentar el grado de similitud de ambas experiencias, es preciso recordar que también era idéntico el modelo de explotación utilizado por ambos.

### La regulación telefónica de Francisco Silvela. Triunfo de los principios conservadores y de la praxis liberal

En julio de 1890, Sagasta se vio implicado en un escandaloso asunto relacionado con la construcción de un ferrocarril en Cuba y se vio obligado a dimitir. Cánovas volvió al poder y Francisco Silvela pasó a ser ministro de la Gobernación. Cuatro meses más tarde, Silvela, obtuvo la aprobación de una nueva reforma de la regulación del servicio telefónico. Teniendo en cuenta que el modelo establecido en 1886 estaba avanzando de una forma razonable tanto en el número de ciudades con servicio telefónico local como en número de abonados, pero estaba bloqueado en el desarrollo del servicio interurbano, es de suponer que la razón que movió a Francisco Silvela a alterar las reglas del juego fue la necesidad de encontrar una solución a este problema.

Según los datos que existen, entre 1885 y 1890, las únicas comunicaciones interurbanas que se realizaban en España eran las que se hacían desde algunas estaciones telefónicas conectadas a la red telegráfica como telégrafos auxiliares. El número de estaciones conectadas en estas condiciones era de nueve en los años 1886-1887, y ascendió a doce en los años 1888-1889. El número de llamadas interurbanas producidas por estos terminales alcanzó las 1.702 en 1886 y las 3.542 en 1889.

En esos años, los países más avanzados como Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania o Suiza habían resuelto tanto las comunicaciones telefónicas urbanas como las interurbanas. El resto resolvió primero las comunicaciones urbanas (generalmente a través de compañías privadas) y poco a poco fueron adaptando técnicamente las redes telegráficas para ofrecer también comunicaciones interurbanas, como vimos en el Cuadro 1.

El Cuadro 5 muestra como, en efecto, Alemania y Suiza resolvieron simultáneamente ambos tipos de comunicaciones como lo prueba el hecho de que, ya desde 1886, el número de comunicaciones interurbanas es muy importante y representa un alto porcentaje de las comunicaciones urbanas de cada año. En cambio las mismas cifras correspondientes a Italia, Bélgica o España muestran que habían encontrado un modelo de desarrollo para las comunicaciones urbanas pero no para las interurbanas.

Así pues, la necesidad de resolver la cuestión de las comunicaciones interurbanas y las más que probables presiones del Cuerpo de Telégrafos para recuperar el control de las redes urbanas concedidas, llevaron a Francisco Silvela a promulgar un nuevo Real Decreto en el que, sin

	Alemania		Suiza		España		Bélgica		Italia	
	Llamadas	%	Llamadas	%	Llamadas	%	Llamadas	%	Llamadas	%
1886	6.533.579	8,7	244.250	3,5	1.702	0,6	32.362	0,6		
1887	11.614.144	10	340.127	4,1	3.447	0,2	44.653	0,6	72.000	0,4
1888	18.658.022	11	468.502	5,4	3.754	0,1	49.201	0,6	307.912	1,7
1889	26.863.012	12	599.737	7,6	3.542	0,1	59.246	0,6		

Fuente: Elaboración Javier Nadal a partir de datos del Bureau International des Administrations Télégraphiques.

duda, sus correligionarios deseaban ver plasmados los principios del de 1884. Pero pensar que los Presupuestos del Estado pudiesen dotar de partidas para recuperar las concesiones y financiar nuevas inversiones, era absolutamente ilusorio y Silvela tenía los pies en el suelo.

Por ello, reconociendo tanto el valor del Estado como impulsor del servicio en muchos países, como el de la iniciativa privada *«que debe ser alentada eliminando trabas reglamentarias»*, el Real Decreto establecía un sistema mixto en el que pudieran coexistir la explotación pública y la privada. Sin embargo, el objetivo central alrededor del cual giraba el modelo era el deseo de ver al Estado explotando todo el servicio, para lo cual, el Reglamento publicado en enero de 1891, establecía de nuevo la posibilidad de incautación por el Estado en cualquier momento, además de que las concesiones se otorgarían por subasta o concurso que debería versar principalmente sobre el menor número de años de la concesión, con un máximo de 25. El canon, por el contrario, se establecía siempre en el 10 por 100 de los ingresos aunque se fijaban unas cantidades mínimas a pagar en función del tamaño de la población a la que servía.

Si algo merece la pena ser destacado del nuevo esquema surgido de la voluntad de Francisco Silvela, es que aportó dos elementos de clarificación y racionalización. Al aceptar como principio básico de la explotación que ésta se debiera ejecutar por el Estado, era fiel a sus orígenes y a los principios del partido conservador, pero al aceptar también la posibilidad de que las empresas privadas pudiesen participar siempre que al Estado no le resultase interesante o conveniente, se reconocía que el efectivo cumplimiento del deseo de explotación estatal dependía de la situación del Tesoro en cada momento. Por otra parte, al establecer la posibilidad de reversión al Estado se tranquilizaba la conciencia, además de apaciguar al Cuerpo de Telégrafos, a la espera de tiempos mejores para las arcas públicas.

El segundo elemento clarificador se refiere a la distinción nítida entre los distintos servicios. Hasta la fecha si los servicios interurbanos no se habían desarrollado en absoluto, en buena parte era por falta de definición legal y de presupuestos adecuados.

El Real Decreto distinguía cuatro «secciones» dentro del servicio telefónico, a saber: redes telefónicas, líneas interurbanas a gran distancia, líneas secundarias en comunicación con las estaciones telegráficas y líneas particulares. Cada una de estas «secciones» recibía una definición detallada entre el Real Decreto y el Reglamento posterior.

Por lo que se refiere a las líneas interurbanas, también se postulaba el deseo de verlas explotadas por el Estado, pero previendo la posibilidad de su explotación por particulares. Precisamente dos meses después de la publicación del Reglamento, el 18 de marzo, la Reina Regente firmaba un nuevo Real Decreto que ponía las cosas en su punto, al tiempo que convocaba a pública subasta el establecimiento y explotación de líneas interurbanas en la Península.

*«Dadas las circunstancias por las que atraviesa el Tesoro»*, dice el Preámbulo del Real Decreto, a pesar de disponer de *«personal apto y numeroso»*, y ante la dificultad insuperable de arbitrar recursos dentro de los presupuestos o de gravar al erario con nuevos créditos, decidieron entregar a la iniciativa privada la explotación de la telefonía interurbana, a pesar de mostrarse convencido de que *«ofrece más sólidas garantías al país y más grandes ventajas económicas cuando está administrada por el Estado que cuando se halla explotada por Sociedades industriales que sacrifican a su mercantilismo las conveniencias del público»*.

Se convocaba pues a pública subasta la construcción y explotación de las líneas interurbanas en contra de sus deseos, y se compensaba con dos decisiones. Se dividía la Península en cuatro regiones, siguiendo el modelo de la explotación ferroviaria, y se mantenía como objeti-

vo utópico la reversión al Estado de las redes. Con la primera decisión se intentaba evitar caer en manos de una sola compañía privada; sin embargo, la diferente riqueza y dinamismo de las regiones diseñadas motivó que sólo se desarrollase la región Noreste que comprendía desde Bilbao hasta Valencia, situación que perduraría hasta 1908.

Así pues, la decisión era posibilista ya que sólo la iniciativa privada podía aportar los recursos necesarios para invertir, pero al dividir el territorio nacional se impedía la explotación conjunta y la compensación entre unas regiones y otras. El temor a dar excesivo poder a una sola empresa significó dejar sin servicio interurbano a amplias zonas del territorio nacional durante muchos años.

En definitiva, el conjunto de Decretos que se promulgaron entre noviembre de 1890 y abril de 1891 constituyen un precioso ejemplo de realismo. Si la política es el «arte de lo posible», Francisco Silvela demostró, en esta ocasión, saber aplicar este principio. Pocas veces la acción política se refleja con tal transparencia en los textos del diario oficial.

La línea argumental es nítida: sólo la explotación directa por el Estado garantiza un servicio que hoy llamaríamos universal, pero la situación del Tesoro no permitía recabar los fondos necesarios; en consecuencia, no quedaba más remedio que acudir a la fórmula propuesta por la oposición política. Se aceptaba la situación existente en las redes urbanas y se convocaba a pública subasta la explotación de líneas interurbanas.

La claudicación ante los postulados liberales sólo se contrarrestaba con dos medidas: dividir el poder de los concesionarios y confiar en la reversión de las redes al final del periodo concesional, para que el Estado pudiera, finalmente, obtener mayores ingresos explotando el servicio directamente. Las obligaciones de servicio público quedaban sometidas a las necesidades financieras presentes y futuras.

El sistema diseñado por Silvela no significó una revolución en la implantación del servicio telefónico urbano, pues en los años que siguieron a su promulgación el ritmo de creación de redes urbanas fue claramente inferior al de los años de aplicación del Real Decreto de 1886, como hemos visto en los Cuadros 3 y 4. También el servicio interurbano tardó un tiempo en alcanzar el desarrollo esperado cuando se integraron las cuatro regiones en una sola.

Pero tuvo la virtud de dejar resuelto por un periodo de tiempo suficientemente largo la reglamentación del servicio con una solución pragmática que tomaba en consideración las restricciones existentes en nuestro país.

## El sector de las telecomunicaciones a final del siglo XIX

Los datos de los que disponemos nos permiten hacer algunas estimaciones sobre lo que representaba el sector de telecomunicaciones en el conjunto de la economía española a final del siglo XIX. En particular nos centraremos en el último quinquenio y, más concretamente, en dos fechas: 1895 y 1900.

Hablar del sector de aquellos años es tanto como hablar de telegrafía y telefonía. A pesar de que esta última ya tenía veinte de años de vida y una amplia producción reglamentaria por parte de las autoridades, la realidad es que tanto desde el punto de vista social como desde el económico, la importancia del telégrafo era mucho mayor.

En 1895 había 41 redes locales telefónicas operativas, con un total de 11.173 estaciones en funcionamiento. Había además 1.427 estaciones (teléfonos activos) particulares y 147 estaciones oficiales, lo que daba un total de 12.747 estaciones<sup>16</sup>. El volumen de negocio que generaban estas estaciones alcanzaba 2.289.077 pesetas de la época, lo que comparado con los 6.810.303 millones de pesetas recaudados por el servicio telegráfico, muestra que el negocio generado por el teléfono era sólo un tercio del producido por el telégrafo. Dicho de otro modo, el servicio telefónico representaba apenas la cuarta parte del total del sector de telecomunicaciones, si aceptamos este

<sup>16</sup> No confundir «estaciones telefónicas» con número de abonados, pues las estaciones pueden ser de abonados o centrales. De hecho en 1895 había 12.747 «estaciones telefónicas», de las cuales 52 eran centrales, 33 públicas, 1.427 particulares y 11.235 «de abonado», cifra que coincide con el número de abonados que figura en el cuadro 4 de la página 379.

concepto para aquellas fechas. De hecho, frente a la escasa implantación del teléfono, el sector telegráfico estaba presente en todas las localidades importantes de España con una oferta mixta en la que el Estado mantenía la titularidad del servicio, la responsabilidad de su organización así como la de invertir para crear y mantener las principales arterias, mientras que el sector privado completaba la oferta manteniendo abiertas oficinas en aquellos lugares en los que le resultaba más fácil que al sector público. A la altura de 1895, esta segunda modalidad se reducía a las oficinas de las compañías ferroviarias, que disponían de 615 en todo el territorio nacional, frente a las 804 del Estado, explotadas por el Cuerpo de Telégrafos.

Cinco años más tarde el siglo terminaba, desde el punto de vista que nos interesa, con pocos cambios estructurales. En el segmento telefónico sólo se había incrementado en ocho el número de concesiones, habiéndose alcanzado 15.004 estaciones operativas, lo que representa una exiguua tasa de crecimiento interanual del 3,3 por 100. El volumen de negocio telefónico alcanzó la cifra de 2.719.748 pesetas, un 18,8 por 100 más que en 1895 en pesetas corrientes, lo que significa, en términos reales, un estancamiento, pues si usamos como deflactor el Índice de Producción Industrial elaborado por Carreras o el Índice General de Precios al por mayor de Juan Sardá (únicos Índices conocidos que abarcan el periodo señalado), el volumen de negocio es equivalente a 2.319.945 y 2.235.945 pesetas de 1895 respectivamente, cifras que oscilan, una en más y la otra en menos, alrededor del 2 por 100 del volumen de negocio de 1895. Pero lo que define claramente el grado de estancamiento existente, es el lamentable estado de desarrollo de los servicios de larga distancia, que a esa altura sólo se encontraban medianamente operativos en la región del Noreste, mientras que en las otras tres regiones eran prácticamente desconocidos. Esta situación impulsó la iniciativa de los municipios con más recursos que empezaron a instalar oficinas abiertas al público para atender tanto la demanda de telefonía interurbana como el servicio telegráfico, cuando éste no era atendido por el Estado. Más lamentable era el servicio internacional, cuyo establecimiento con Francia y Portugal estaba previsto en las concesiones de servicio interurbano pero que no se materializó hasta la segunda década del siglo xx.

En el segmento telegráfico tampoco se observan cambios significativos. El número de estaciones explotadas por el Estado conoció un aumento de sólo tres oficinas alcanzando las 807; las oficinas de las compañías ferroviarias se redujeron hasta 479; mientras que aparece una nueva figura, que en el futuro habría de tener una gran importancia, que son los ayuntamientos a cuyo cargo había, en este año de 1900, hasta 176 oficinas telegráficas, aunque en la mayoría de los casos se trataba de estaciones telefónicas interurbanas, gestionadas por los ayuntamientos, que también atendían el servicio telegráfico por teléfono, servicio que recibía el nombre de telefonemas. Si añadimos las diecisiete oficinas particulares operativas con servicio público, llegamos a la cifra total de 1.479, sesenta más que el año 1895, a pesar de la significativa reducción de las operadas por las compañías ferroviarias. Si descontamos las oficinas que sólo atendían por teléfono, el número se reduce a 1.318. De hecho, el volumen total de negocio registrado por el servicio telegráfico alcanzó la cifra de 6.267.187 de pesetas corrientes, un 8 por 100 menos que en 1895.

Si aceptamos las cifras anteriores como los componentes del volumen económico del sector, y le añadimos el déficit que arrojan los servicios telegráficos y telefónicos de la DGCT (Dirección General de Correos y Telégrafos) en el año, podemos considerar que la suma final representa aproximadamente el valor de la renta de telecomunicaciones calculada al coste de los factores, que asciende a 10.247.472 pesetas para el año 1900. Un 73 por 100 del total era aportado por el segmento telegráfico y, en consecuencia, la aportación del teléfono era sólo del 27 por 100. Por desgracia no conocemos el volumen de la Renta Nacional de 1900, puesto que las únicas estimaciones disponibles son las series de Prados y Alcaide que empiezan en 1901. Pero si tomamos como base la cifra de este año, que fue de 10.152 millones de pesetas, podemos concluir que cuando se inició el siglo xx, el sector de telecomunicaciones representaba el 0,10 por 100 de la Renta Nacional. Trataremos de seguir la evolución de este parámetro en los años sucesivos para conocer la evolución de nuestro sector en la economía nacional.

Otro dato interesante para conocer el peso del sector es conocer su tamaño en términos de empleo. En este sentido, la única cifra disponible es el número de funcionarios adscritos al servicio telegráfico, que en 1.900 ascendía a 4.047. No sabemos el personal contratado por los 49

concesionarios para la explotación de los servicios telefónicos, ni las personas dedicadas por las compañías ferroviarias y ayuntamientos al servicio telegráfico, pero si tenemos en cuenta el número de oficinas de cada tipo existentes y el peso relativo del volumen económico de la telefonía y la telegrafía, podemos arriesgarnos a estimar que el volumen de empleo generado por todo el sector debía estar entre 5.500 y 6.000 personas.

## La primera década del siglo XX

Los primeros años del siglo XX, desde el punto de vista de los servicios de telecomunicación, no mostraron grandes diferencias respecto a la última década del siglo XIX. El crecimiento del número de usuarios del servicio telefónico se aceleró un poco respecto al periodo anterior, alcanzando tasas medias anuales del 5,71 por 100 durante la primera década, cifra superior a la de la década precedente pero que refleja que el servicio no acababa de despegar (Cuadro 6). En 1910 el número de teléfonos llegó a 26.135, la mayoría explotados por las 75 concesiones operativas. A pesar de que en la última década se había incrementado el número de concesiones en 26, es evidente que el modelo de desarrollo del servicio telefónico no estaba a la altura de la capacidad real de la economía española ni de la demanda existente. En estos años España realizó un gran esfuerzo modernizador en muchos aspectos que no se vio acompañado por el teléfono, antes al contrario, se corría el riesgo de que la modernización se dificultase por la carencia de telecomunicaciones adecuadas. Esto obligó al Estado a desarrollar el servicio allí donde la iniciativa privada no estaba dispuesta a invertir en las condiciones en las que se daban las concesiones del servicio. En 1910 el Estado tenía nueve redes en servicio con 403 teléfonos operativos. La muestra más evidente de que el modelo de desarrollo del servicio telefónico no daba respuesta a la demanda real del país, es que más del 10 por 100 de los teléfonos operativos en aquellas fechas, correspondían a instalaciones particulares, la mayoría de las cuales eran conexiones punto a punto desconectadas de la red pública conmutada.

Notas:

(1) Hasta 1915 se trata de estimaciones propias.

(2) Incremento medio anual del periodo precedente. Para 1900 desde 1895.

(3) A partir de 1925 se trata de las Redes que todavía no se han integrado en la CTNE.

Fuente: Elaboración de Javier Nadal.

**Cuadro 6. Expansión telegráfica y telefónica entre 1900 y 1934**

	1900	1910	1920	1923	1925	1930	1934
<b>Estaciones Telegráficas</b>							
Del Estado	807	9,72	1.322	1.445	1.438	1.436	1.430
Ferrovias	479	664	721	722	722	711	681
Municipales (1)	15	15	15	13	13	10	0
Particulares	17	32	1	0	0	0	0
TOTAL	1.318	1.683	2.059	2.180	2.173	2.157	2.111
I. M. A. en % (2)		2,47	2,04	1,92	-0,16	-0,15	-0,43
<b>Estaciones Telefónicas</b>							
Redes concesionadas	12.926	22.406	67.736	63.592	114.544	218.736	310.860
Redes del Estado	0	403	8.135	26.878	0	0	0
Municipios y Diput. (1)	161	208	639	1.112	1.191	664	533
Particulares	1.724	2.835	4.252	3.601	3.860	58	51
Oficiales	193	283	332	340	340	347	47
TOTAL	15.004	26.135	81.094	95.523	119.935	219.805	311.491
I. M. A. en % (2)		3,10	5,71	11,99	5,61	12,05	12,88
<b>Redes Telefónicas</b>							
En concesión (3)	49	75	98	88	78	9	2
Del Estado (3)	0	9	110	147	0	0	0



El servicio interurbano continuaba sin arrancar. La red del Noreste era la única que funcionaba de forma regular pero incompleta. No se habían establecido las comunicaciones internacionales programadas y muchas ciudades empezaban a sentirse aisladas ante la falta de este importante servicio. Muchos ayuntamientos continuaron instalando, a su costa, oficinas telegráficas con servicio público que se iban convirtiendo en locutorios telefónicos interurbanos, tal como hemos señalado antes y como reflejan las cifras del Cuadro 6.

Con todo, el volumen de negocio del segmento telefónico se multiplicó por dos, en términos reales, entre 1900 y 1910, pero ello no fue suficiente para impedir que el sector telegráfico continuase siendo el auténtico protagonista económico y social ya que el tamaño del mercado telefónico de 1910 era equivalente al 77 por 100 del telegráfico, sin considerar la valoración del servicio telegráfico oficial y menos del 60 por 100 si se incluye esta valoración, como puede verse en el Cuadro 7.

En el Cuadro 8 se puede ver la evolución del Presupuesto de los servicios de telecomunicación del Estado a lo largo del primer tercio del siglo XX. Obsérvese que el siglo comenzó casi con equilibrio presupuestario real, ya que los gastos de casi siete millones y medio de pesetas se compensaban con unos ingresos reales de siete millones provenientes de los productos de explotación (básicamente telegramas nacionales e internacionales) y cánones (en su mayor parte de las concesiones telefónicas). El déficit real de medio millón de pesetas se justificaba por la franquicia existente por la cual la DGCT prestaba el servicio telegráfico oficial sin recibir remuneración a cambio. La DGCT cuantificaba el valor de estos servicios y lo presentaba como un ingreso virtual bajo la figura de Valoración del Servicio Oficial, para dar una idea real del valor añadido de su actividad. La adición de esta valoración a los ingresos reales, en el ejercicio de 1900, arroja un saldo positivo de 825.000 pesetas.

Pero a medida que la DGCT tuvo que asumir la gestión directa del servicio telefónico local en algunos lugares además del servicio interurbano, el déficit empezó a crecer y, a partir de 1904, fue imposible presentar saldos positivos ni siquiera considerando la valoración del servicio oficial. En 1910 el déficit real superaba los tres millones de pesetas y los ingresos cubrían solamente el 71,4 por 100 de los gastos totales, cifra que ascendía a un insuficiente 91 por 100 si se incluía en el cálculo la valoración del servicio oficial.

El sistema estaba bloqueado y no incentivaba la inversión necesaria para atender la demanda insatisfecha. La iniciativa privada estaba interesada sólo en las grandes ciudades mientras el

<b>Cuadro 7. Mercado telegráfico y telefónico 1900-1934 (Miles de pesetas constantes de 1913)</b>						
	1900	1910	1920	1925	1930	1934
<b>Telegrafía</b>						
Servicio Interior	4.167	4.759	4.392	7.448	6.615	7.251
Internacional	1.965	2.502	2.466	2.676	4.206	5.792
Radiotelegrafía	—	—	435	953	338	177
Giro Telegráfico	—	—	—	1.152	1.704	2.099
Valor Servicio Oficial	1.277	2.340	1.427	2.277	2.821	3.983
TOTAL	7.409	9.601	8.720	14.506	15.684	19.302
<b>Telefonía</b>						
Urbana	2.661	4.505	7.701	10.968	28.032	41.359
Interurbana	53	1.080	3.451	5.520	19.669	25.820
Internacional	—	—	44	N.D.	1.263	1.669
TOTAL	2.714	5.585	11.196	16.488	48.964	68.848
<b>Telefonía/Telegrafía</b>	0,37	0,58	1,28	1,14	3,12	3,57
<b>Tfn /Tgr (sin servicio oficial)</b>	0,44	0,77	1,54	1,35	3,81	4,49
<b>Sector Teleco / R.N.(%)</b>	0,101	0,143	0,210	0,246	0,416	0,497

Fuente: Elaboración de Javier Nadal

Notas: (1) Sin incluir la Valoración Oficial.  
Fuente: Javier Nadal

<b>Cuadro 8. Evolución de los Ingresos y Gastos de la DGCT (Miles de pesetas corrientes)</b>							
	<b>1900</b>	<b>1910</b>	<b>1920</b>	<b>1923</b>	<b>1925</b>	<b>1930</b>	<b>1934</b>
<b>Ingresos</b>							
Productos Telegráficos	6.267	7.210	15.021	16.615	18.869	17.864	21.772
Productos Telefónicos	54	67	871	9.053	0	0	0
Cánones	673	1.075	3.652	2.863	2.793	4.010	6.580
Valoración Servicio Oficial	1.305	2.324	3.187	3.855	4.257	4.691	6.684
<b>TOTAL</b>	<b>8.299</b>	<b>10.676</b>	<b>22.731</b>	<b>32.386</b>	<b>25.919</b>	<b>26.565</b>	<b>35.036</b>
<b>Gastos</b>							
Personal	5.943	8.538	26.199	32.837	30.433	33.143	45.951
Material y Servicio	1.531	3.158	17.599	15.996	14.060	15.777	9.225
<b>TOTAL</b>	<b>7.474</b>	<b>11.696</b>	<b>43.798</b>	<b>48.833</b>	<b>44.493</b>	<b>48.920</b>	<b>55.176</b>
<b>Saldo (Ingresos-Gastos)</b>	<b>825</b>	<b>-1.020</b>	<b>-21.067</b>	<b>-16.447</b>	<b>-18.574</b>	<b>-22.355</b>	<b>-20.140</b>
<b>Saldo Real (I)</b>	<b>-480</b>	<b>-3.344</b>	<b>-24.254</b>	<b>-20.302</b>	<b>-22.831</b>	<b>-27.046</b>	<b>-26.824</b>
<b>Número de Funcionarios</b>	<b>4.047</b>	<b>5.148</b>	<b>9.552</b>	<b>10.158</b>	<b>9.999</b>	<b>9.598</b>	<b>9.340</b>

Estado se veía incapaz de asignar los recursos necesarios para la magnitud de la empresa. Por ello, en 1907 se promovió una nueva regulación que pretendía dar entrada a nuevos actores que pudieran allegar fondos a la tarea de desarrollar el servicio telefónico. El autor fue Juan de la Cierva, ministro de la Gobernación del llamado «Gobierno largo» de Antonio Maura, y los nuevos actores eran los ayuntamientos y diputaciones que, a partir de entonces, podrían ser titulares del servicio telefónico en sus territorios, cosa que ya estaban haciendo en algunos casos, pero con dudosa cobertura legal. La reforma de 1907 tuvo rango de Ley y legitimó el papel de las Corporaciones Locales como actores activos en el desarrollo de las telecomunicaciones, rol que vienen jugando hasta nuestros días. En los años siguientes, esta posibilidad fue aprovechada, entre otros, por los ayuntamientos de San Sebastián y Santander, la Diputación de Guipúzcoa, la Diputación de Vizcaya, el Cabildo Insular de Tenerife y, de manera muy destacada, por la Mancomunidad de Cataluña.

Mientras que el servicio telefónico no acababa de encontrar su modelo de crecimiento, el telégrafo era un servicio consolidado, maduro y seguía aumentando el número de poblaciones atendidas a un ritmo de 30 o 40 cada año, entre las oficinas del Estado, de las compañías ferroviarias y de particulares con servicio público. En 1910 había 1.683 oficinas abiertas al público y el servicio público generó, ese año, unos ingresos de 7.210.487 pesetas, mientras el valor del servicio oficial ascendió a 2.324.302 pesetas. Particularmente significativo es el dato del número de funcionarios que, en 1910 era de 5.148, un 27 por 100 más que diez años antes, algo superior a lo que podríamos considerar razonable, si tenemos en cuenta que en ese mismo periodo, el número de oficinas atendidas por el Estado había crecido en un 20 por 100 y que los ingresos directos obtenidos por los servicios telegráfico y telefónico lo habían hecho en un 15 por 100.

## De 1910 hasta 1923

A partir de 1910 se puede observar un significativo esfuerzo para modernizar los servicios de telecomunicación. En particular, en el caso del telégrafo, se puede ver en los Cuadros 6 y 7 cómo la inversión y la extensión del servicio siguieron creciendo al mismo ritmo que en la primera década del siglo. Las oficinas abiertas al público crecen un 2 por 100 anual hasta 1923, alcanzando la cifra de 2.180, dos terceras partes de las cuales son mantenidas por el Estado, correspondiendo el grueso de las restantes a las compañías ferroviarias. Se puede decir que el telégrafo sigue siendo el principal protagonista por estas fechas, siendo particularmente llamativo que a la altura de 1920, el valor de las comunicaciones telefónicas internacionales sea una cifra anecdótica frente a su equivalente telegráfico que aparentemente constituía el verdadero canal de comunicación con el mundo. Pero además es interesante señalar que en estos años se

introdujeron dos importantes servicios que muestran cómo el telégrafo se iba adaptando a los tiempos y contribuía, con los elementos que tenía a su alcance, a la modernización de España en curso. Me refiero a la radiotelegrafía, que a lo largo de la década se consolidó como otro servicio público de gran implantación con varias concesiones operativas, y el Giro Telegráfico, que se implantó en 1922 y desde el primer momento contribuyó muy significativamente a los ingresos de la Administración de Telégrafos, prueba de su excelente aceptación.

También desde el punto de vista del teléfono el periodo que estamos analizando vivió una cierta recuperación del tiempo perdido, en este caso gracias al impacto de la nueva regulación de 1907. La aportación de las Corporaciones locales con mayores posibilidades y la mayor dedicación de recursos del Estado al servicio telefónico, permitió que el número de teléfonos operativos creciera a un ritmo desconocido hasta entonces, alcanzando tasas anuales medias del 12 por 100 entre 1910 y 1920 (Cuadro 6). El volumen de negocio del servicio interurbano en 1920 se había multiplicado por 3,2, respecto a su valor de 1910, en términos reales, y por 5,1 en 1925 (como puede verse en el Cuadro 7), lo que indica que su uso empezó a normalizarse, al menos en las grandes ciudades. Por fin se puso en marcha el servicio internacional en 1912 pero el bajo nivel de utilización que muestra el Cuadro, hace pensar que en 1920 el teléfono, desde el punto de vista de comunicaciones internacionales, era un producto de lujo frente al telégrafo que debía constituir el medio natural para este tipo de comunicación. De hecho, aunque el volumen económico del mercado telefónico se fue consolidando en esos años, su hegemonía frente al telégrafo no llega a afirmarse claramente en todo este período.

En 1920 coexistían en el servicio telefónico cuatro tipos de iniciativa, como puede verse en el Cuadro 6. Los concesionarios, que eran ya 98 y atendían 67.736 teléfonos y la mayor parte del negocio ligado a la larga distancia. El Estado que atendía 110 Redes locales con 8.135 teléfonos operativos, así como el servicio interurbano en otras 644 localidades. Las Corporaciones Locales citadas anteriormente que atendían a un número creciente de poblaciones y que atendían a 639 teléfonos en 1920, cifra que ascendería a 1.191 en 1925. Finalmente estaban las instalaciones particulares, que no habían dejado de crecer desde que se inventara el teléfono y que en 1920 alcanza su cenit con 4.252 instalaciones, prueba evidente de la insuficiente madurez alcanzada por el servicio telefónico en España.

La demanda crecía de forma imparable y la solución híbrida de explotación público/privada era un compromiso forzado por la penuria de recursos del Estado. Las dos partes de la ecuación encontraban dificultades para financiar las inversiones requeridas. Si los concesionarios no veían incentivos suficientes en las condiciones de sus contratos, la situación del Estado era aún más precaria. El número medio de teléfonos por cada red atendida por el Estado era de 74 mientras que las redes del sector privado tenían 691 de media, casi diez veces más, porque las concesiones atendían las grandes ciudades y el Estado atendía ciudades medianas. Sólo unas pocas Diputaciones Provinciales podían plantearse la posibilidad de llegar a localidades menores. En estas condiciones la parte explotada por el Cuerpo de Telégrafos y su expansión de acuerdo a la demanda que se iba generando, no podía ser más que deficitaria. De este modo, a medida que se extendiera el servicio, el presupuesto de la DGCT tendría que resentirse, a menos que se encontraran otras fuentes de financiación.

En efecto, es lo que ocurrió. Como puede verse en el Cuadro 8, entre 1910 y 1920 los ingresos de la DGCT se multiplicaron por dos en pesetas corrientes, pero sólo aumentaron un 4 por 100 en términos reales a causa de la fuerte inflación que se sufrió como consecuencia de la guerra mundial. Esto a pesar del importante incremento de cánones telefónicos pagados por los concesionarios y de los ingresos provenientes de los servicios de radiotelegrafía, que ya hemos señalado antes. Entre tanto la plantilla de funcionarios se incrementó en un 86 por 100 hasta 9.552, y las inversiones anuales se incrementaron en un 15 por 100 en términos reales, para poder atender las 350 nuevas oficinas telegráficas que se abrieron en el periodo, además de las 101 nuevas redes telefónicas locales y los teléfonos interurbanos abiertos en cientos de ciudades. En consecuencia, el presupuesto de gastos se incrementó en un 67 por 100 y la cobertura de gastos por ingresos cayó hasta el 44,6 por 100 en 1920, o el 51,9 por 100 si se incluía la valoración del servicio oficial. Puede entenderse la preocupación de los gobernantes de la época.

Entre tanto, en el ámbito de las concesiones privadas se fue dando un proceso natural de concentración, de modo que algunas compañías fueron adquiriendo otras concesionarias con el objetivo de ganar economía de escala y mejorar los costes de explotación. De entre ellas destacó la Compañía Peninsular de Teléfonos que hizo la primera explotación a gran escala de telefonía en España, incorporando métodos de una gran empresa con el objetivo de convertirse en una compañía telefónica nacional. Además, a partir de 1915, la Peninsular integró las concesiones de larga distancia y comenzó a constituirse en el principal operador privado. Pero finalmente, sea porque le faltaran los recursos, por su escasa vocación de liderazgo, porque la regulación era inadecuada para incentivar la expansión de los servicios o por todas estas razones juntas, tampoco el sector privado fue capaz de resolver el problema en su integridad.

Lo que no puede negarse es que tanto la opinión pública como los responsables políticos eran conscientes de que había un problema que requería solución y a encontrarla le dedicaron muchas horas. De estos años es el Proyecto de Francos Rodríguez que, aunque nunca llegó a materializarse, ha recibido más atención de los especialistas que cualquier otro acontecimiento real de la historia de las telecomunicaciones españolas anterior a la creación de la Compañía Telefónica. Por desgracia, esos años convulsos no eran propicios para grandes planificaciones. En 1917, en medio de la Primera Guerra Mundial, escaseó ese invierno el combustible y el trigo. España no era beligerante pero padecía muchos de los efectos de la guerra, entre ellos el racionamiento de algunos productos y una inflación desconocida hasta entonces por sus habitantes. Las noticias de la revolución de octubre en Rusia se extendieron por muchos países, incluyendo España, donde comenzaron huelgas revolucionarias y el propio Francos Rodríguez hubo de enfrentarse a una gran huelga de Correos. Los años que siguieron estuvieron dominados por una gran inestabilidad con huelgas y represión, que derivaron en el «pistolero» entre agentes de los patronos y de los sindicatos anarquistas más radicales. La tragedia de Annual en Marruecos, con más de 12.000 soldados españoles muertos, llenó desde 1921 la vida política. Definitivamente no eran buenos tiempos para abordar un proyecto telefónico a gran escala.

Durante los primeros años de la década de los veinte empezaron a vencer algunas concesiones. Era el momento esperado por los funcionarios del Cuerpo de Telégrafos para hacerse cargo del servicio, pero a las autoridades políticas les asustaba la perspectiva de asumir una responsabilidad para la que no creían estar suficientemente preparados y, sobre todo, para la que sabían que no podían disponer de los recursos económicos necesarios, vista la experiencia de los últimos años. Los Cuadros 6 y 8 son muy explícitos en este sentido, pues vemos como entre 1920 y 1923, el número de teléfonos atendidos por el sector privado de reduce en 4.144 mientras los atendidos por el Estado aumentan en 18.743. En el mismo tiempo las concesiones privadas se reducen en 10 y las redes locales gestionadas por el Estado aumentan en 37, todo lo cual requiere un mayor número de funcionarios que llegan hasta 10.158 a final de 1923. Toda esta actividad tiene un impacto positivo en la cobertura presupuestaria de la DGCT que llega al 58,4 por 100 en términos monetarios y hasta el 66,3 por 100 si se considera la valoración del servicio oficial. Pero el valor absoluto del déficit era cada vez mayor, superando los 20 millones de pesetas, mientras que el ritmo de crecimiento de la red telefónica había sufrido un cierto estancamiento, al pasar de tasas anuales medias del 12 por 100 durante la década anterior a un exiguo 5,6 por 100 durante los tres años que van de 1920 a 1923.

Entre tanto, los grupos de interés que se habían ido creando alrededor del negocio de los teléfonos tenían cada vez mayor fuerza y hacían casi imposible arbitrar soluciones de consenso. Los concesionarios eran un grupo de presión que actuaba conjuntamente, frente al Gobierno, reivindicando incrementos de tarifas o prórrogas del plazo de concesión, más allá de lo previsto en los contratos. Algunos ayuntamientos, que poseían sus propias redes, presionaban en el Parlamento para lograr que sus concesiones no revirtieran al Estado. La Mancomunidad de Cataluña trataba, por todos los medios, de consolidar su red y de conseguir que la reversión de las concesiones que caducaran en Cataluña, lo hicieran en su favor en lugar de a favor del Estado, lo que afectaba en particular a la concesión de Barcelona. Los partidos políticos que se enfrentaban al nacionalismo catalán, ponían toda clase de trabas al Gobierno, en el Parlamen-

to, para impedir que se cediera a la presión de la Mancomunidad. El Cuerpo de Telégrafos esperaba recibir las concesiones que vencían, mientras el Gobierno se mostraba remiso a aceptar las reversiones, por el estado calamitoso en que se recibían y por la falta de recursos económicos con que hacer frente a la continuidad del servicio. Y todos eran conscientes de que el servicio distaba de ser ofrecido con los niveles de calidad que ya eran normales en todo el mundo civilizado.

## La concesión a la Compañía Telefónica Nacional de España

En 1923, el clima político crispado de los últimos años culminó con un golpe de Estado, consentido por el Rey y que llevó al poder al general Primo de Rivera, con un programa político muy común a todos los golpes militares de la Historia: «acabar con el desorden social imperante». El nuevo Gobierno tuvo como ministro de Hacienda y como ideólogo económico a José Calvo Sotelo que orientó la política hacia las nacionalizaciones y la creación de fuertes monopolios dentro de una política de intensa intervención económica. Es la época de la creación de Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos (CAMPESA), entre otros.

En este entorno apareció un proyecto de crear una red telefónica nacional. La ITT (International Telegraph and Telephone), que se había hecho cargo de todos los activos en el extranjero de la mayor compañía de teléfonos del mundo en ese momento, la AT&T, y que ya explotaba redes en Puerto Rico y Cuba, pone sus ojos en España y comienza su acercamiento con la redacción de un informe, *Memoria sobre el Desarrollo de la Telefonía en España*, que hace llegar al nuevo Gobierno. En dicho informe se realiza un diagnóstico severo de la situación del servicio telefónico en España y de la demanda latente no atendida, proponiendo un ambicioso plan para atenderla y resolver el retraso histórico.

Además de la ITT, otras tres compañías<sup>17</sup>, Ericsson, New Antwerp Telephone and Electric Works y Siemens & Halske, presentaron propuestas a la comisión constituida al efecto. Sin embargo la ITT ofrecía una línea de financiación para los trabajos que había que acometer y además alrededor de su proyecto, y por primera vez en España, se congregó dinero a mayor escala de lo que había ocurrido nunca hasta entonces en el sector de las telecomunicaciones. Se agruparon banqueros españoles encabezados por Estanislao de Urquijo, que acabaría siendo el primer presidente de la recién nacida Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE). Por fin había un proyecto, con un plan ambicioso y realista y con suficientes recursos para afrontarlo. Así, en agosto de 1924, tras un polémico proceso concesional, juzgado como poco transparente por la oposición política, el Rey firmaba en Santander un Real Decreto por el que se autorizaba al Gobierno a contratar con la CTNE (creada en abril) la reorganización, reforma y ampliación de la red telefónica nacional. Unos días después se firmaba el contrato citado entre el Estado y la CTNE.

Por este acuerdo la CTNE tomaba posesión de las líneas telefónicas explotadas por el Estado (que apenas eran el 28 por 100 del total en esa época) y las del resto de concesionarios (incluyendo las de la Compañía Peninsular). También absorbió las redes territoriales como las de la Mancomunidad de Cataluña (de hecho el nuevo régimen dictatorial disolvió la propia Mancomunidad como entidad política). El proceso fue tan rápido que a finales de 1924 la nueva compañía ya tenía el control de 70.000 teléfonos y del 95 por 100 de las líneas interurbanas.

El contrato, con una duración de veinte años, poseía una serie de obligaciones para la CTNE, entre las que destacan: crear un sistema telefónico homogéneo en todo el país, utilizar cables subterráneos en zonas céntricas de diecisiete poblaciones principales e instalar en ese tiempo los nuevos equipos automáticos. Además, al menos, el 80 por 100 de los trabajadores de la empresa debían ser españoles. A partir del sexto año la CTNE debería atender cualquier petición de abono en los centros urbanos establecidos, en el plazo máximo de tres meses. No se fijaban las tarifas, pero se establecía que «debían ser equitativas para el público para no impedir el

17 Según ha quedado demostrado por Antonio Pérez Yuste en su Tesis Doctoral de mayo de 2004.

*desarrollo telefónico*». La compañía por su parte se comprometía a instalar aparatos de abonado del tipo más moderno. Los ingresos del Estado provendrían de un canon del 10 por 100 de los beneficios (pero la cantidad había de ser siempre superior al 4 por 100 de los ingresos brutos).

Por primera vez había un plan de expansión del servicio con objetivos ambiciosos para sacar al país del retraso tecnológico, e impedir lo que hoy definiríamos como «brecha telefónica» entre las ciudades y el interior. En el contrato, la CTNE se comprometía a extender, en cuatro años, el servicio telefónico a todas las capitales de provincia y capitales de partidos judiciales de más de ocho mil habitantes. En siete años tenía que llegar a las que tuvieran más de siete mil habitantes. Un año más tarde a todas las de seis mil y en el décimo a las que superasen los cuatro mil.

Finalmente el modelo que se había impuesto desde el poder no era ninguno de los dos que se habían probado durante las cuatro décadas anteriores y al mismo tiempo tenía algo de ambos. La explotación la iba a hacer la empresa privada, pero sólo una. Se trataba de un monopolio de titularidad pública cedido a una compañía privada a cambio de unas obligaciones de servicio y la participación en los ingresos. Algo muy parecido al modelo, ya conocido, de explotación de los monopolios fiscales a través de Compañías Arrendatarias del monopolio. Además, se contaría con la aportación tecnológica de un importante socio extranjero que ayudaría a crear la industria nacional inexistente hasta ese momento.

En el acuerdo del Estado con la CTNE, el Cuerpo de Telégrafos, que esperaba haber sido protagonista en la solución del problema, quedaba fuera del mismo. Sin embargo, la atracción personal por participar en el proyecto fue tal, que el Cuerpo de Telégrafos tuvo que cerrar la concesión de excedencia, durante algún tiempo, para no perder a sus mejores técnicos, que abandonaban el morse por la telefonía, que representaba el futuro tecnológico y estaba mejor remunerada. De hecho los telegrafistas que se incorporaron en los primeros momentos demostraron ser unos recursos humanos de gran capacidad y preparación que fueron muy útiles para la naciente compañía.

Una solución así, nacida en medio de una Dictadura, con una considerable polémica y con tantos enemigos y afectados, cuyas expectativas se habían frustrado (concesionarios privados, diputaciones, políticos regionales, Cuerpo de Telégrafos), iba a tener que hacerlo muy bien porque de partida nacía con una especie de «pecado original». Esta marca de partida tuvo su importancia más adelante, en el nuevo cambio de régimen de 1931 a la República, y sería el argumento para que el Parlamento republicano debatiese, en su primer año de vida, un proyecto de Ley con objeto de declarar nulo el contrato y expropiar a la Compañía Telefónica previa *justa indemnización*. El debate no sólo involucró a las fuerzas políticas representadas en el Parlamento y al Gobierno, sino que tuvo algún alcance diplomático por el origen norteamericano de la empresa operadora. La propia compañía elaboró un documento con el que trató de dar a conocer a la opinión pública su postura y sobre todo, el impacto positivo que su actuación había tenido para la recuperación del atraso que España tenía, en materia telefónica, cuando recibió la concesión. El debate concluyó en el Parlamento en diciembre de 1932, con una votación a favor de «no ha lugar a deliberar» por 184 votos contra 11. El contrato de 1924 fue sustituido por otro muy similar en 1946, ambos con fuerza de Ley. Pero la polémica no se extinguió del todo hasta que, en 1992, el contrato se adaptó a la Constitución de 1978.

## Las telecomunicaciones durante la República

El espacio temporal de este capítulo termina en 1924, pero teniendo en cuenta que este año fue trascendental en la historia de las telecomunicaciones por el cambio de modelo que acarreeó la concesión a Telefónica, vamos a dar una mirada a la evolución del sector durante los años que siguieron a este evento hasta 1934, año del que tenemos cifras significativas del conjunto. De hecho, los datos que se presentan en los Cuadros 6, 7 y 8, que venimos utilizando en las últimas páginas, se han alargado hasta esa fecha para poder tener una visión de conjunto del primer tercio del siglo XX.

Lo primero que puede notarse (Cuadro 6) es que, a partir de 1923, el servicio telegráfico dejó de ser el servicio de referencia. Las oficinas estatales empiezan a sufrir una ligera reducción, mientras que entre las privadas se cierran 41 en nueve años. En el mismo tiempo, los teléfonos en servicio recuperan tasas de crecimiento anual superiores al 12 por 100 durante siete años y al 7 por 100 durante los últimos cuatro. Con ello se termina el año 1934 con 311.491 teléfonos, un 211 por 100 más que los existentes en 1923, siendo el 44 por 100 automáticos. También es significativo el hecho de que los teléfonos particulares, que no habían dejado de crecer en los últimos cincuenta años, prácticamente desaparecen en un quinquenio.

El mercado telegráfico creció, entre 1925 y 1934, un 33 por 100 en términos reales, pero en ese mismo periodo, el mercado telefónico lo hizo en un 318 por 100 (Cuadro 7). Si en 1925 el mercado telefónico era apenas un 14 por 100 mayor que el telegráfico, en 1934 la relación entre ambos era de 3,57. Definitivamente la era del teléfono había empezado en España. Es interesante también notar el ritmo de consolidación de las comunicaciones telefónicas interurbanas, que en 1934 ya representan un volumen económico equivalente al 62,4 por 100 del urbano, así como la importancia de las comunicaciones telegráficas internacionales, que en 1934 alcanzaron un volumen económico igual al 80 por 100 del servicio telegráfico interior y equivalente a 3,5 veces el volumen del servicio telefónico internacional.

Particularmente interesante resulta analizar la última línea del Cuadro 7, donde, siguiendo los mismos criterios de cálculo que se han explicado con anterioridad al estimar el volumen económico del sector a final del siglo XIX, pero con la mayor fiabilidad que dan las fuentes de datos más recientes, se puede concluir que el peso relativo del sector de las telecomunicaciones en la economía española se multiplicó por cinco en el primer tercio del siglo XX, lo que es plenamente consistente (y tal vez pueda considerarse un indicador del proceso) con los esfuerzos de modernización que España vivió tras «el Desastre» de 1898. Si en 1900 el «sector teleco» pesaba un 0,1 por 100 en la Renta Nacional, esta cifra llegó al 0,5 por 100 en 1934. Como puede verse por la serie de cifras del Cuadro, el ritmo de crecimiento es bastante uniforme a lo largo de todo el periodo, con una excepción, que es el quinquenio de 1925 a 1930, años que justifican más del 40 por 100 del crecimiento de todo el periodo.

Finalmente el Cuadro 8 muestra el impacto que la concesión a la Compañía Telefónica tuvo sobre el Presupuesto del Estado en materia de Telecomunicaciones. En el capítulo de ingresos podemos ver que los productos telegráficos, vendidos directamente por el Cuerpo de Telégrafos, continúan creciendo después de 1925; también crecen los cánones que son los pagos de la CTNE al Estado y la valoración del Servicio Oficial. Estos mayores ingresos tardan diez años en compensar la pérdida de los ingresos directos que el Estado obtenía de las redes telefónicas explotadas directamente.

Llama la atención que el número de funcionarios sufrió una reducción mínima de 818 (8 por 100) en una década. Con estos niveles de personal y la inflación de aquellos años, era imposible controlar los costes, que no dejaron de crecer, haciendo que el déficit real pasara del 41 por 100 de los costes en 1923 al 49 por 100 en 1934.

## Bibliografía

- Alonso Prados, Julián (1878). «El Teléfono». Artículo en el número de marzo de 1877 de la *Revista de Telégrafos*. Madrid. Dirección General de Correos y Telégrafos.
- Bahamonde Magro, Ángel; Otero Carvajal, Luis Enrique y Martínez Llorente, Gaspar (1992). *Las comunicaciones en la construcción del Estado contemporáneo en España (1700-1936). La historia de Correos, Telégrafos y Teléfonos*. Madrid. MOPT.
- Cabezas, Juan Antonio (1974). *Cien años de Teléfono en España*. Madrid. Espasa-Calpe.
- Calvo Calvo, Ángel (1995). «El Teléfono antes del monopolio en Cataluña. Primeros pasos (1877-1894)» en *Actas de les III trobades d'història de la ciència i de la tècnica als Països catalans*. Barcelona
- Carr, Raymond. (1969). *España: 1808-1939*. Barcelona. Ariel.
- Comín, Francisco y Martín Aceña, Pablo (eds.).(1991). *Historia de la empresa pública en España*. Madrid. Biblioteca de Economía, Espasa-Calpe.

- Dirección General de Correos y Telégrafos. *Estadística telegráfica de España 1877-1883*. Dirección General de Correos y Telégrafos. Madrid.
- Dobado, Rafael (1991). «La minería estatal española, 1748-1873». Cap. 3 del libro *Historia de la empresa pública en España* dirigido por Francisco Comin y Pablo Martín Aceña. (1991). Biblioteca de Economía, Espasa Calpe, Madrid.
- Fusi, Juan Pablo y Palafox, Jordi (1997). *España: 1808-1996. El Desafío de la Modernidad*. Madrid. Espasa-Calpe.
- García Delgado, J. L. y Jiménez, J. C. (1999). *Un siglo de España. La economía*. Madrid. Marcial Pons. Ediciones de Historia S.A.
- Gómez Mendoza, Antonio (1989). *Ferrocarril, industria y mercado en la modernización de España*. Madrid. Biblioteca de Economía, Espasa-Calpe.
- Journal Télégraphique*. Revista mensual publicada desde 1877. Órgano oficial del Bureau International des Administrations Télégraphiques (B.I.A.T.). Berna (Suiza).
- Las Ocurrencias*, Diario Político Independiente. (1886). «La cuestión de los Teléfonos». Colección de artículos publicados por el diario político independiente *Las Ocurrencias*. Reeditado por Telefónica en 1986. Madrid. Imprenta de Enrique Rubiños.
- Nadal Ariño, Javier (1995). «El servicio telefónico en el estado liberal: análisis comparados de las dos primeras décadas de existencia del teléfono en los EEUU, Alemania, Francia y España». *Actas del I Congreso Internacional de Comunicaciones*. Secretaría General de Comunicaciones. MOPTMA. Madrid.
- Nadal, Jordi (1990). *El proceso de la Revolución industrial en España, 1814-1913*. Barcelona. Ariel.
- Nadal, Jordi. (1992). *Moler, tejer y fundir. Estudios de historia industrial*. Barcelona. Ariel.
- Nadal, Jordi y Catalán, Jordi (eds.). (1994). *La cara oculta de la industrialización española*. Madrid. Alianza Universidad.
- Palafox, Jordi (1991). *Atraso económico y democracia. La Segunda República y la economía española, 1892-1936*. Barcelona. Editorial Crítica.
- Prados de la Escosura, Leandro y Zamagni, Vera (eds.). (1992). *El desarrollo económico en la Europa del Sur: España e Italia en perspectiva histórica*. Madrid. Alianza Universidad.
- Reich, Leonard S. (1985). *The Making of American Industrial Research. Science and Business at GE and Bell 1876-1926*. Nueva York. University Press.
- Rothen, M. (1886). «Etude sur la téléphonie». Publicado en el *Journal Télégraphique*, N.ºs 3 y 4 de 1886.
- Sánchez-Albornoz, Nicolás (ed.) (1991) *La modernización económica de España 1830-1930*. Madrid. Alianza Universidad.
- Tortella, Gabriel (1998). *El desarrollo de la España contemporánea. Historia económica de los siglos XIX y XX*. Madrid. Alianza Editorial.





En 1925 la Compañía Telefónica Nacional de España adquirió el solar donde empezó a construirse en 1926 el edificio que sería la sede de la Compañía. Bajo la dirección de Ignacio Cárdenas e inspirado en las tendencias norteamericanas de la ITT se terminó al final de la década y resistió los ataques sufridos durante la contienda civil. Durante estos ochenta años ha sido la sede social de Telefónica



Telecomunicaciones,  
política y desarrollo  
económico

# Telecomunicaciones, política y desarrollo económico en el periodo 1924-1987

José Luis Gómez Barroso<sup>1</sup>

## Introducción

Desde el tendido de las primeras redes, el control de las telecomunicaciones fue considerado por los Estados asunto estratégico. Este control se justificaba tanto por razones de seguridad nacional como por su influencia vital en el desarrollo industrial y tecnológico. Estos argumentos, sumados a la noción del monopolio natural y a la anteposición de consideraciones de servicio público, formaban los pilares básicos en que se sustentaba el entramado teórico para el mantenimiento del monopolio, ya fuera éste totalmente público, ya fuera *dirigido*.

El periodo histórico que nos ocupa comienza precisamente con la creación en España, en 1924, del monopolio en el servicio telefónico. Se cierra con dos importantes hitos normativos que ya anunciaban un nuevo tiempo para el sector, pero aún con un operador único sometido en mayor o menor medida a los intereses públicos. En efecto, en 1987 se publicaba la LOT, Ley Orgánica de las Telecomunicaciones<sup>2</sup>, primera norma española de carácter general sobre telecomunicaciones dentro del marco constitucional; la LOT puede considerarse como la última norma completamente vinculada al entorno del monopolio pues no tuvo en consideración los primeros movimientos liberalizadores europeos y, más en concreto, el espíritu del Libro Verde<sup>3</sup>, documento seminal en la política comunitaria de telecomunicaciones publicado sólo unos meses antes. España formaba parte de las Comunidades Europeas desde el 1 de junio de 1986 lo que no sólo iba a imprimir un nuevo paso al sector de las telecomunicaciones sino al país entero.

Es claro, sin embargo, que la historia del monopolio no fue monocorde y que los avatares políticos acaecidos en esos sesenta años (más atinado sería hablar de turbulencias y de tragedias en las dos primeras décadas) tuvieron una proyección indudable en la gestión de la compañía y, por ende, en el desarrollo del servicio. El primer gran bloque de este capítulo analizará la historia de las telecomunicaciones en el periodo (especialmente del teléfono) bajo la perspectiva de la influencia política.

La segunda parte analiza la correspondencia entre telecomunicaciones y crecimiento económico. Durante el último decenio, una infinidad de informes y de estudios más o menos rigu-

<sup>1</sup> Doctor Ingeniero de Telecomunicación y profesor de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

<sup>2</sup> Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de ordenación de las telecomunicaciones (BOE 19/12/1987).

<sup>3</sup> Libro Verde, de 30 de junio de 1987, sobre el desarrollo del mercado común de servicios y equipos de telecomunicación. COM(87) 290.

rosos han dado base sólida al discurso público y privado que considera evidente esta relación. Sin embargo, con anterioridad a la llegada al primer plano de noticias y de reflexiones acerca de la sociedad de la información y de la llamada nueva economía, la atención científica que había recibido el sector de los servicios de telecomunicación era escasa, y posiblemente no se correspondía con la que ya merecía, si consideramos el protagonismo creciente que durante todo el siglo XX había ido asumiendo en economías y sociedades. La escasa literatura que se ocupó de las telecomunicaciones es, además, más descriptiva que analítica.

Esto no significa que no existiera una «percepción» clara, y universal, de la importancia de las telecomunicaciones. De hecho, el empeño de la mayor parte de los gobiernos por lograr que capas cada vez más amplias de la población accedieran al servicio así lo demuestra. Pero cuantificar cuál fuera el peso exacto en cada época de esa importancia es tarea difícil. Sin estudios contemporáneos, la investigación histórica tropieza con barreras casi infranqueables, muy especialmente la ausencia de estadísticas detalladas<sup>4</sup>. Esta carencia ya dificulta el simple relato desde una perspectiva económica de la evolución del sector; cuánto más el intento de ligar este desarrollo de las telecomunicaciones con el desarrollo económico general, propósito para el que no se pueden aportar más allá de algunos indicios.

Hasta aquí se ha venido utilizando el término telecomunicaciones con el sentido restringido con que se usa, por ejemplo, en las modernas Leyes Generales de Telecomunicaciones. También en las cuestiones políticas y en las referidas a la incidencia económica, el audiovisual, televisión y radio, se ha regido por otros parámetros. El dominio de estos medios por los Estados tiene como causa primera, evidentemente, el deseo de fiscalizar o incluso de manipular la información servida a las audiencias. Por su lado, el mercado está ligado a factores ajenos al sector, fundamentalmente a la publicidad. Aun así, dedicaremos unos breves párrafos en cada apartado a analizar los derroteros que se marcaron para el audiovisual en el periodo de sesenta años objeto de nuestro estudio.

## El Control público de las telecomunicaciones

Como se ha indicado en la introducción, una de las razones por las que los Estados estaban interesados en dirigir el sector, o al menos «orientarlo», es que las telecomunicaciones son pieza clave para la defensa nacional: una red robusta de comunicaciones es necesaria en situaciones de emergencia; también son básicas para el desarrollo de estrategias militares avanzadas (Ergas, 1984).

No era éste, empero, el único motivo. Aunque la certidumbre se haya reforzado en las últimas décadas, no es desde luego reciente la idea de que el progreso económico no se entiende sin disponer de unas telecomunicaciones eficaces y ubicuas; el estudio de su relación directa o indirecta con el desarrollo económico general se deja para el epígrafe siguiente. Más evidente era, sin embargo, en la etapa del monopolio, el propósito de protección de la industria del país, objetivo fomentado mediante la relación preferencial entre el operador monopolista y los proveedores nacionales de equipos<sup>5</sup>. Los estándares del equipo eran determinados internamente por organismos reguladores muy distantes de la neutralidad o simplemente mediante negociación con los proveedores; el círculo se cerraba obligando a los usuarios a conectarse a la red exclusivamente a través de los aparatos de esas características que alquilaba la propia operadora telefónica (Ruelas, 1996). En ocasiones, los operadores también han contribuido a objetivos político-económicos ajenos al propio sector invirtiendo de forma anticíclica para estabilizar el empleo o formando alianzas con otras empresas nacionales para mantener su competitividad internacional (Bauer, 1999).

Para alcanzar estos objetivos, el suministro del servicio telefónico, y en general de los servicios de telecomunicación, se vinculó, casi desde su aparición y en prácticamente todo el mundo, a empresas nacionales que operaban en régimen de monopolio. La generalización puede considerarse válida aunque en ciertos momentos o lugares esto no haya sido cierto. El control

4 En efecto, tradicionalmente las estadísticas nacionales no han incluido más información que la evolución agregada (nacional) del número de líneas telefónicas o de télex enviados (véase Berne y Gómez Barroso, 1999).

5 Noam (1987) describe estas relaciones y cómo los suministradores de equipo a menudo colaboraban en cárteles formales o informales que fijaban precios y se repartían los contratos de diversos operadores. En algunos lugares, se llegaba a la integración vertical.

estatal *de facto* del monopolio se acompañaba habitualmente de una cobertura legal que le atribuía la consideración de responsable de un servicio público. Fuera o no el caso, el monopolio estaba fuertemente regulado con una serie de restricciones y directrices que lo orientaban hacia fines diferentes de la maximización del beneficio.

¿Fueron éstas las pautas que rigieron en España? Sí en líneas generales, aunque, como a continuación veremos, con importantes precisiones en el caso de la radiotelegrafía, de la radiodifusión y también en el del teléfono, en este caso fundamentalmente en el periodo que va desde la creación del monopolio hasta la nacionalización de la compañía (1924-1945).

## El telégrafo

Poco hay que indicar en el caso de la telegrafía por hilos. Durante todo el siglo XIX, el Estado, a través del Cuerpo General de Correos y Telégrafos, se había encargado de prestar de forma directa el servicio telegráfico y esta situación se mantuvo invariada con el cambio de siglo.

En el caso de la radiotelegrafía, en 1927 se acabó con la situación de monopolio de que disfrutaba la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos. Sin embargo, pese a la existencia de concesionarios que se ocupaban de determinadas comunicaciones internacionales, Transradio Española (que había absorbido al antiguo monopolista) tuvo un control hegemónico del servicio de radiotelegrafía hasta 1961. Este cuasi monopolio *de facto* se convirtió en monopolio *de iure* con la integración en ENTEL, Empresa Nacional de Telecomunicaciones, de las diferentes compañías que operaban en aquel momento. A finales de 1970, Telefónica (que con su servicio de radiotelefonía ya ofrecía una creciente competencia a la radiotelegrafía) adquirió ENTEL y sustituyó progresivamente las comunicaciones radiotelegráficas por otros sistemas de comunicaciones móviles.

## El servicio telefónico

A diferencia del telegráfico, el servicio telefónico se había venido prestando simultáneamente por compañías privadas y por organismos estatales en las dos primeras décadas del siglo XX. A esta situación le puso fin el Gobierno del general Primo de Rivera en 1924 al firmar un contrato de concesión exclusiva<sup>6</sup> con la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), fundada ese mismo año básicamente con capital de la estadounidense International Telephone and Telegraph Corporation (ITT)<sup>7</sup>. Desde ese primer momento, sin diferencias respecto a lo que ocurría en muchos otros países, la actividad de la CTNE se puede interpretar como un triple monopolio: el despliegue de la red soporte de todas las actividades de telecomunicación, la operación de los servicios y el suministro de los aparatos terminales tanto para su venta como para su alquiler (Secretaría General de Comunicaciones, 1994).

En 1929 se introdujeron precisiones de carácter técnico en el contrato, se reguló la intervención del Estado y se estableció un plazo para que la mayoría de las acciones pasaran a propiedad nacional<sup>8</sup>. Pese a estos condicionantes, lo cierto es que en la compañía primaban los intereses de ITT<sup>9</sup>, lo que implicaba situar al sector nacional en situación de importante dependencia tecnológica (Álvaro Moya, 2002). Esta situación se contradice con el proteccionismo autárquico que caracterizaba a la dictadura de Primo de Rivera pero puede explicarse, en parte, por la imposibilidad del capital nacional (más financiero que industrial) para afrontar la necesaria modernización del sector (Carballo Cortiña, 1979).

En diciembre de 1931, el primer gobierno provisional de la Segunda República denunció ante las Cortes la legalidad del contrato de 1924. La iniciativa parlamentaria quedó arrinconada

6 Real Decreto de 25 de agosto de 1924. Bases del contrato entre el Estado español y la Compañía Telefónica Nacional de España.

7 ITT ya había realizado una propuesta el año anterior, 1923, a García Prieto, último jefe de Gobierno de la Restauración, que resultó infructuosa. Ese mismo año había adquirido la Compañía Peninsular de Teléfonos, operador que dominaba una buena parte del sector y, especialmente, los principales nodos de la red interurbana.

8 Real Decreto n.º 2478 de 21 de noviembre de 1929. Reglamento para la ejecución del contrato celebrado entre el Estado y la Compañía Telefónica Nacional de España en 29 de agosto de 1924.

9 El contrato de concesión obvió un buen número de procedimientos administrativos e incluía cláusulas favorables a los intereses de ITT que pueden considerarse auténticas «excepcionalidades» jurídicas. Tómese como ejemplo el disfrute de un amplísimo derecho de expropiación de terrenos y propiedades basado en el principio de utilidad pública (véase un análisis crítico en Carballo Cortiña, 1979).

da durante los primeros meses del gobierno de Azaña, en parte por presiones de la embajada estadounidense. Y es que el establecimiento de sólidos contactos en el seno de las administraciones española y estadounidense había formado parte de la estrategia adoptada por ITT desde el inicio para ganarse el favor del Estado español (Álvaro Moya, 2005).

Durante la guerra civil, la CTNE siguió operando en ambos frentes<sup>10</sup>. Con el final de la guerra, el control de ITT se vio más limitado. La delegación del gobierno y el director general de la empresa en esos años, Demetrio Mestre, antiguo empleado de la compañía que durante la guerra civil había ido escalando puestos, lideraron una postura de oposición interna. Con una considerable deuda impagada por el Estado, varias propuestas para elevar las tarifas denegadas y unas cuentas no aprobadas desde 1936, ITT comenzó a considerar que era el momento de vender sus acciones. La pérdida de interés del operador convergía con el deseo gubernamental de acabar con la presencia foránea en la economía nacional y especialmente en las empresas de sectores considerados clave.

Fue en 1945 cuando finalmente el Estado nacionalizó la participación de ITT<sup>11</sup> pero el capital público nunca tuvo carácter mayoritario puesto que ITT había ido desprendiéndose temprana y paulatinamente de parte de sus acciones, poniéndolas a disposición del ahorrador nacional<sup>12</sup>. Tras la nacionalización de la empresa, las relaciones con la multinacional estadounidense se caracterizaron por su cordialidad. De hecho, a los pocos días la CTNE firmó un contrato de asesoramiento y otro de suministro con la propia ITT y con Standard Eléctrica, lo que siguió otorgando a ITT una cierta prevalencia en la compañía.

Hasta la liberalización del sector, la CTNE siguió cumpliendo al unísono funciones de explotación de los servicios y también reguladoras. Esta situación era un tanto peculiar si la comparamos con el modelo europeo continental de operadores totalmente públicos, a veces incardinados dentro del ministerio competente. En cualquier caso, en la práctica, España no quedó al margen del modelo de monopolio público. Aunque también utilizaba otros mecanismos para asegurar su control (cabe destacar de manera especial la figura del delegado del Gobierno), el Estado marcó sus directrices de una manera formal en los contratos firmados con la CTNE.

En 1946 se elaboró el segundo de estos contratos<sup>13</sup>. A la CTNE se le otorgaba, además, la posibilidad de prestar en España el resto de servicios de telecomunicación. Este contrato estuvo vigente nada menos que hasta diciembre de 1991, fecha de la firma del nuevo acuerdo entre el Estado y la ya entonces Telefónica de España<sup>14</sup>.

Desde la nacionalización era presidente de la compañía José Navarro Reverter y Gomis, ligado con importantes entramados financieros del país. Esta conexión con «la burguesía financiera» nacional había sido y continuó siendo la tónica en años sucesivos, mereciendo destacarse la influencia de los Bancos Urquijo e Hispano Americano, por ser los que cronológicamente antes, y por más tiempo, se vincularon a la multinacional (Álvaro Moya, 2005). De hecho, representantes de ambos grupos financieros ya habían participado en las negociaciones con el gobierno de Primo de Rivera y, una vez culminadas, pasarían a ocupar nada menos que tres de los cinco puestos de que se componía el primer Consejo de la compañía (Carballo Cortiña, 1979). No es casualidad que el primer y único presidente hasta el nombramiento de Navarro Reverter hubiera sido Estanislao de Urquijo y Ussía, Marqués de Urquijo.

Los nuevos aires políticos que llegaron al interior del régimen con la llegada a puestos de responsabilidad de los «tecnócratas» tuvieron su reflejo en la CTNE con el nombramiento en 1965 de Antonio Barrera de Irimo. Durante su presidencia, se impulsaron importantes cambios en la gestión de la empresa, tales como una cierta descentralización y una mayor participación de los trabajadores.

10 En Little (1979) se ofrece un interesante relato de los contactos y posición política de los directivos de ITT durante el conflicto.

11 Ley de 14 de mayo de 1945, Ley de nacionalización de la Compañía Telefónica Nacional de España.

12 La CTNE había comenzado a cotizar en las Bolsas españolas en 1925.

13 Decreto de 31 de octubre de 1946, por el que se aprueba el proyecto de contrato con la Compañía Telefónica Nacional de España.

14 Resolución de 14 de enero de 1992, de la Subsecretaría del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, por la que se dispone la publicación del «Contrato regulador de la concesión para la prestación de los servicios finales y portadores entre la Administración del Estado y Telefónica de España, Sociedad Anónima». (BOE 23/1/1992).

El abandono del cargo de Barrera de Irimo en 1973 coincidió con el inicio de una agitada etapa política y económica que comenzó con la crisis económica mundial, continuó con los estertores del régimen de Franco y se mantuvo en la difícil transición hacia la democracia. El difícil ambiente externo tuvo un cierto paralelo en el interior de la compañía como bien demuestra la rotación en la Presidencia. Si en los cincuenta años anteriores sólo había habido tres presidentes, ese número se alcanzó en los siguientes nueve años: José Antonio González Bueno (de 1973 a 1976), Tomás Allende y García-Baxter (de 1976 a 1980) y Salvador Sánchez-Terán Hernández (de 1980 a 1982). La fase de estabilidad política que se alcanzó en 1982 hizo al siguiente presidente, Luis Solana Madariaga, más longevo en el cargo que sus predecesores (hasta 1989).

Llegada la década de los ochenta, ya era claro que la situación del sector se estaba alterando profundamente. Parecía el momento de que el legislador diera respuesta a los nuevos retos. Desde la firma del contrato con Telefónica en 1946 no se había promulgado ninguna norma global del sector. La primera ley española de carácter general sobre telecomunicaciones dentro del marco constitucional debió esperar a su aprobación por las Cortes Generales (al amparo de lo que dispone el artículo 149.1.21.º de la Constitución Española de 1978 que otorga competencia exclusiva al Estado en materia de telecomunicaciones) a finales de 1987. En el Preámbulo de la Ley de ordenación de las telecomunicaciones, conocida como LOT, se declara la pretensión de establecer un marco jurídico básico en el que se contemplaran las líneas maestras a las que debía ajustarse la prestación de las diversas modalidades de telecomunicación, y, a la vez, definir con nitidez las funciones y responsabilidades de la Administración pública y del sector privado.

El principio general informador de la LOT fue el de considerar las telecomunicaciones como servicios esenciales de titularidad estatal reservados al sector público. Las excepciones (fundamentalmente referidas a servicios de valor añadido) eran de escasa importancia o bien estaban configuradas de forma muy restrictiva. Esta declaración ignoraba totalmente el espíritu del Libro Verde europeo, pese a ser una norma contemporánea (De la Cuétara Martínez y Bordón Iglesias, 1995). Hubo que esperar a la conversión de los documentos comunitarios en normas de obligado cumplimiento para apreciar una nueva orientación que llegó en 1992 con la Ley de reforma de la LOT<sup>15</sup>.

El Libro Verde (si bien como tal no vinculante en su contenido) daba cuerpo al primer diseño de política europea de telecomunicaciones que se había iniciado tímidamente a finales de 1983<sup>16</sup>. España había firmado el Tratado de adhesión un año antes y, por tanto, los progresos en la liberalización del sector avanzaron al paso de las decisiones comunitarias.

### Radiodifusión: sonora y de televisión

Un Reglamento de 1924<sup>17</sup> definió el marco jurídico aplicable a la radiodifusión española hasta la guerra civil. Si bien se establecían ciertas reservas de carácter fiscal y administrativo (un funcionario del Cuerpo de Telégrafos debía estar presente en cada estación privada), el principio general era que las estaciones podían ser instaladas libremente por particulares o corporaciones.

El auge de la radio en la década de los treinta hizo que el Gobierno de la República se planteara la oportunidad de dictar políticas más intervencionistas y a la vez establecer un servicio oficial de radiodifusión, proyectos que nunca vieron la luz. Durante la guerra civil ambos bandos trataron de mantener un control sobre el medio, incautaron emisoras y abrieron otras nuevas. En concreto, fue en 1937 cuando el bando insurgente creó Radio Nacional de España en Salamanca.

Tras la guerra, y durante los años de la dictadura franquista, Radio Nacional mantuvo el monopolio de la información política y exterior a través de sus «diarios hablados», de obliga-

15 Ley 32/1992, de 3 de diciembre, de modificación de la Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de ordenación de las telecomunicaciones (BOE 4/12/1992).

16 Véase el alcance de las primeras acciones europeas sobre el sector en Gómez Barroso (2000).

17 Reglamento para el establecimiento y régimen de estaciones radioeléctricas particulares.

da emisión por las emisoras privadas. Un decreto de noviembre de 1952<sup>18</sup> reafirmó el principio del monopolio informativo del Estado que se mantuvo un cuarto de siglo más.

En efecto, la censura de la realidad sobrevivió incluso al dictador pues no fue hasta 1977 cuando se suprimió el monopolio informativo de la radio pública. En los años subsiguientes, el ámbito de la radio privada se amplió sobremanera apareciendo decenas de emisoras especialmente en la banda de FM.

Por lo que respecta a la televisión, aunque las primeras pruebas se habían realizado en 1951, las emisiones regulares de televisión se iniciaron, solamente para Madrid, el domingo 28 de octubre de 1956. Hubo que esperar hasta 1959 para que la televisión «saliera» de Madrid y llegara a Barcelona. La situación de televisión pública estatal única (aunque con sus bien conocidos dos canales) no se alteró<sup>19</sup> hasta la aparición de los primeros canales autonómicos en 1984. Sin embargo, el que sin duda fue el gran cambio en la televisión española queda fuera de nuestro periodo de estudio pues las cadenas privadas no comenzaron sus emisiones hasta 1990.

## Economía y telecomunicaciones

Son dos las vías por las que el sector de los servicios de telecomunicación tiene incidencia en la economía de un país. En primer lugar, se trata evidentemente de una actividad que por sí misma tiene un peso en el PIB; proveedores y otras industrias dependientes se pueden incluir en una definición amplia del sector. Pero, más allá de su propia identidad, la trascendencia de las telecomunicaciones desborda su propia esfera por su carácter de sector «horizontal» imbricado en el funcionamiento de casi cualquier actividad económica. El papel de las telecomunicaciones como agente económico se analiza en la segunda parte de este apartado.

### Las telecomunicaciones como industria

#### El telégrafo

En 1924, el servicio telegráfico podía considerarse bastante consolidado ofreciendo, además de los telegramas ordinarios, un buen número de servicios adicionales: telegramas «especiales» (para la prensa, de madrugada, de lujo y por teléfono), giros telegráficos y telefonemas. El servicio de telefonemas, mensajes recibidos en las centrales telefónicas y transmitidos por la red telegráfica, pasó, tras el otorgamiento del monopolio, a la CTNE, que, de acuerdo con el convenio de 1924, debía suprimir el servicio diez años más tarde, en 1934. Llegado el momento, en vez de suprimirse, el servicio se traspasó de nuevo a Correos y Telégrafos. Durante ese año, la tercera parte del tráfico total correspondió a los telegramas especiales; también en 1934, debido a la escasa agilidad del sistema bancario español de la época, se cursaron nada menos que 1.700.000 giros telegráficos (Bahamonde Magro *et al.*, 2002).

La guerra civil provocó la destrucción de una cuarta parte de la red, del 12 por ciento de los cables conductores y de casi el 30 por ciento de las oficinas telegráficas (Bahamonde Magro *et al.*, 2002). A las dificultades de la larga posguerra se unió la creciente competencia de la telefonía<sup>20</sup>, de modo que el telégrafo nunca llegó a retomar la importancia que había alcanzado a principio de siglo. La actitud del Estado no ayudó a mejorar la situación pues durante más de veinte años paralizó la inversión en una red manifiestamente obsoleta. Además, Telefónica tenía la exclusiva de todo nuevo servicio de telecomunicación que pudiera aparecer por lo que los sistemas de radioenlace, o más tarde de satélite, sólo se utilizaron en tanto en cuanto contribuían a la gestión del servicio telegráfico al uso.

18 Decreto de 14 de noviembre de 1952 de reclasificación de las emisoras de onda media.

19 Un nuevo ordenamiento democrático de la televisión pública, y también de la radio, se había delineado en los primeros días de 1980, con la aprobación por las Cortes Generales de la Ley 4/1980, de 10 de enero, por la que se establecía el Estatuto de RTVE.

20 O, más en general, de la Compañía Telefónica, puesto que en 1954 ésta tenía 17.265 kilómetros de circuitos dedicados a su servicio de teletipos frente a los casi 140.000 kilómetros de que constaba la red telegráfica (Bahamonde Magro *et al.*, 2002).

Pese a todo, en el momento del cambio político en España podían apreciarse los resultados de la lenta modernización de la red telegráfica, que había sido debida fundamentalmente a la introducción en la década de los cincuenta del servicio de télex y al lanzamiento en 1964 del Plan de automatización del servicio telegráfico público (Géntex). El télex absorbió gran parte de las comunicaciones de las grandes empresas como lo había hecho el teléfono con las de los particulares; por su lado, la modernización de la banca acabó con el giro telegráfico. En conclusión, a finales de nuestro periodo de estudio, el servicio telegráfico tradicional se utilizaba prácticamente sólo en aquellas situaciones en que se requería constancia fehaciente de la información transmitida.

Precisamente al final de la etapa que analizamos, en 1987, el télex alcanzó su pico de abonados (unos 42.000) y de minutos cursados, no haciendo sino disminuir desde entonces por la competencia en primer lugar del fax y más adelante de otros sistemas para la transmisión de datos. Para encontrar el máximo número de telegramas hay que remontarse a 1947; el de giros se registró en 1954.

Por su parte, la radiotelegrafía tuvo una importancia restringida a nichos de mercado concretos: cabe destacar de un lado las comunicaciones con América, muy especialmente en la etapa previa a la guerra civil, y, del otro, los servicios de radiocomunicaciones marítimas con las flotas mercante y pesquera, activos hasta principios de la década de 1970, momento a partir del cual fueron progresivamente sustituidos por sistemas de radioconferencia.

### El servicio telefónico<sup>21</sup>

La cláusula de rescate en oro incluida en el contrato original de 1924<sup>22</sup> fue salvaguarda adecuada para que la CTNE iniciara un fuerte proceso de capitalización del sector, proceso que incidió, especialmente, en la automatización de la red urbana. Esta auténtica transformación en el modo de producción condujo a una fuerte elevación de la productividad del trabajo y de la calidad del servicio ofrecido hasta el punto de que a partir de 1930 puede considerarse que las posibilidades de la oferta rebasaban las necesidades de la demanda<sup>23</sup> (Carballo Cortiña, 1979).

De este modo, mientras que en 1917 la única compañía telefónica presente en la clasificación de las 200 mayores empresas por volumen de activos era, en el puesto 57, la Peninsular de Teléfonos, en 1930 la CTNE ya era la novena empresa del país<sup>24</sup>.

En los años siguientes la actividad evolucionó con ritmos de crecimiento mucho más moderados que, evidentemente, se ralentizaron aún más tras la guerra civil. La situación general del país y, de modo más particular, tanto la necesidad de reconstruir los daños<sup>25</sup> como las dificultades de suministro en un periodo caracterizado por la autarquía económica y el bloqueo internacional, dificultaban la expansión del servicio. Aun con todo, en 1948 la CTNE era la segunda empresa española, aunque muy por detrás de RENFE (que había agrupado en 1941 a las distintas compañías ferroviarias independientes).

La cierta mejora de las condiciones sociales y económicas que se produjo al inicio de la década de los cincuenta tuvo su reflejo en los planes de la compañía que estableció un plan quinquenal para la expansión del servicio telefónico entre 1950 y 1955. El gobierno autorizó excepcionalmente la importación de equipos y materiales de fábricas foráneas de ITT y se comenzó la implantación de la infraestructura de cables coaxiales y de radioenlaces (Plaza, 1989). La penosa situación de los años anteriores de larga posguerra queda demostrada por el hecho de

21 Una buena parte de los datos que se ofrecen en este epígrafe están tomados de las Memorias de Telefónica del periodo de estudio.

22 Una posible incautación de la empresa por parte del Estado implicaría, entre otras condiciones, el previo reembolso de la cantidad neta invertida, cantidad a la que habría que añadir un 15 por ciento en concepto de compensación, todo ello pagado en oro.

23 En concreto, en 1931 el número de líneas no utilizadas alcanzaba el 34,5 por ciento de la planta instalada (Plaza, 1989).

24 Estos datos, así como los que siguen acerca de la clasificación de las 200 primeras empresas del país, están tomados de Carreras y Tafunell (1993).

25 La rápida recuperación de los niveles de servicio previos a la guerra civil contrasta con lo acaecido en otros sectores de la actividad económica y evidencia que, dado el carácter estratégico de la telefonía para los dos bandos, la red no sufrió daños de auténtica envergadura (Bahamonde Magro *et al.*, 2002).



que no fue hasta 1955-1956 cuando se recuperaron los niveles de inversión neta en planta (en pesetas reales) que se habían alcanzado en la segunda mitad de la década de los veinte.

El Plan de Estabilización del año 1959 inauguró un nuevo tiempo en el país que dio paso a un auténtico despegue económico a mediados de la década de los sesenta, lo que a su vez disparó la demanda de comunicaciones por empresas y especialmente por particulares, dado el notable crecimiento de la renta familiar disponible. La bonanza económica permitió que, durante años, el cierre de la actividad reflejara incrementos de la actividad casi febriles. Así, mientras que en 1960 la CTNE había cedido el segundo puesto de la clasificación de empresas a Ensidesa, en 1974 era, sin duda, la primera empresa nacional, muy por delante de RENFE, el Banco Central, Iberduero e Hidroeléctrica Española. Por su parte, la plantilla había crecido de 19.408 empleados al final de 1961 a nada menos que 53.390 en 1976.

Fue en esta época, en concreto tras la llegada a la presidencia de Barrera de Irimo en 1965, cuando se rompió el monopolio en la provisión de equipos que durante cuarenta años había mantenido ITT a través de su filial Standard Eléctrica<sup>26</sup>. Los objetivos eran acabar con la dependencia tecnológica respecto a ITT y asegurar la estabilidad del suministro, pero también desarrollar una política industrial más activa. Para cada tipo de producto se creó una segunda empresa mediante acuerdos con diversas compañías especializadas: Intelsa, para conmutación, (con Ericsson), con General Cable la alternativa para cables y con Telettra la correspondiente a equipos de transmisión; los receptores telefónicos siguieron en monopolio otorgado a Citesa, la filial de Standard (Rico, 2005).

Llegado 1973, cambiaron los vientos económicos y comenzó una etapa que no fue fácil ni desde el punto de vista social ni desde el económico. Al impacto de la crisis mundial se unió el de la crisis interna de los últimos meses del régimen de Franco y de los primeros años de la transición. Pese a ello, continuó la expansión de la red y se produjeron hechos destacables como el desarrollo de la que fue la primera red comercial por conmutación de paquetes de todo el mundo (que había sido inaugurada en noviembre de 1971) y la culminación del proceso de automatización interurbana en 1974.

A finales del decenio, con especial virulencia en torno a 1979, la crisis económica mundial se dejó sentir nuevamente. El mantenimiento de la política inversora en un contexto marcado por tipos de interés muy elevados y por la dificultad para captar ahorro interno, hizo que los gastos financieros y la tasa de endeudamiento crecieran extraordinariamente, rompiendo los equilibrios financieros básicos (Plaza, 1989). La compañía inició un plan de ajuste en 1983 mientras las variables macroeconómicas del país mantenían su atonía. Al final de nuestro periodo de estudio, en 1986, comenzó una nueva fase de notable expansión de la actividad económica general y, en consecuencia, de la demanda de comunicaciones, dando paso a otra etapa de inversión en la red. En ese momento, Telefónica no era sólo el operador único sino la cabecera del más potente grupo de empresas de la industria electrónica española, formado por veintinueve sociedades en 1985 entre filiales y empresas participadas.

Los hitos en la historia de la CTNE que se han descrito en los párrafos anteriores tienen una lógica correspondencia en la evolución de la variable con que tradicionalmente se ha definido la actividad de las compañías telefónicas: el número de líneas en servicio.

La expansión geográfica del servicio no siempre era consecuencia de la política de la empresa sino que también era producto de las obligaciones de servicio público impuestas por la administración. Así, ya en el contrato inicial de 1924 se exigía al operador que llevara el servicio telefónico a las poblaciones de más de 8.000 habitantes. Una revisión del año 1934 rebajó el listón de la obligatoriedad a 4.000 habitantes. Tras la nacionalización de la compañía, el contrato de 1946 planteó como nuevo objetivo los núcleos de población de más de 1.000 habitantes, a los que había de darse servicio en un plazo de diez años.

Con esta política se pasó de 114.300 líneas en 1926 a 343.000 en 1936, se alcanza el millón en 1955 y cinco millones en 1976 lo que entonces suponía 12,1 líneas por 100 habitantes (OCDE, 1991).

Sin embargo, a pesar de este despliegue gradual, el servicio nunca había llegado a las zonas rurales de escaso interés comercial. Tras el cambio de régimen político parecía llegado el

26 Aunque desde 1956 se había abierto el mercado a Marconi Española, esta empresa era también perteneciente al grupo ITT.

momento de preocuparse por la conexión de estas áreas. Aunque sin alterar el contrato con el operador, la administración comenzó a dictar normas precisas para alcanzar tal fin: una disposición de 1978<sup>27</sup> planeaba dar servicio a las poblaciones agrupadas de más de 300 habitantes; en 1981<sup>28</sup> se impone la instalación de un teléfono público en cada localidad de al menos 50 habitantes antes del año 1984; a finales del mismo año 1984 apareció un nuevo Decreto<sup>29</sup> para la extensión del servicio al medio rural<sup>30</sup>. En aquel año había más de ocho millones de líneas, los diez se alcanzaron en 1987. En términos relativos, esto suponía que la penetración se había doblado en diez años, pasando a 24,2 líneas por 100 habitantes (OCDE, 1991).

Este extraordinario progreso de la red a partir de 1975 se puede observar también en las cifras de la lista de espera<sup>31</sup>. Como porcentaje respecto a las líneas principales existentes, la lista pasó del 14,5 por 100 en 1974 al 7,37 por 100 en 1980 y al 3 por 100 en 1984 (Garnham, 1989).

Por lo que respecta a las tarifas, durante todo nuestro periodo de análisis, y como era norma por doquier en la etapa del monopolio, fomentar la penetración conllevaba la fijación de precios políticos que pretendían asegurar la asequibilidad de las tarifas para la mayor parte de la población a la vez que un beneficio controlado para la empresa. Este equilibrio se lograba gracias a la utilización de subsidios cruzados entre los diferentes tipos de servicios. Como resultado, las tarifas urbanas estaban por debajo de su coste real mientras que las internacionales lo superaban con creces. De modo más general, históricamente las áreas y rutas de alta densidad han compensado a las de baja, los clientes empresariales a los residenciales, los usuarios urbanos a los rurales, la larga distancia a las comunicaciones próximas. Bien es cierto que la estructura concreta de las tarifas era fijada por cada Estado de acuerdo con su estrategia prioritaria.

Sin embargo, se deben hacer ciertas matizaciones. Como señala Alabau (1998), en España, como sucedía en otros Estados, las cuotas de instalación de la línea en zonas geográficamente alejadas de los núcleos urbanos (áreas que la CTNE había bautizado como *extrarradio*) se fijaban de acuerdo con costes reales que dependían de la distancia al límite de la zona urbana más próxima, lo que en muchas ocasiones hacía sencillamente prohibitivo el uso del teléfono.

Pese a algunas reformas, hasta la liberalización del sector las tarifas siguieron manteniendo una estructura que reflejaba los subsidios cruzados. OCDE (1991), basándose en un estudio realizado por la propia CTNE, estima los siguientes ratios tarifas/coste para los principales servicios en 1983: 0,88 para el alquiler de línea, 0,86 para el alquiler de teléfono, 0,15 para el servicio local, 1,26 para el servicio interurbano, 1,74 para el servicio internacional y 1,89 para la transmisión de datos.

Por último, conviene señalar que, si bien no se trata de una actividad económica intensiva en mano de obra y por tanto el número de empleos directos nunca estuvo a la altura de su posición en la clasificación de empresas, el papel de la CTNE como demandante de empleo es también importante<sup>32</sup>. Muy especialmente merece destacarse el nivel de empleo femenino presente en la Compañía, más aún por el hecho de que es esta una etapa en la que la mujer estaba básicamente fuera del mercado laboral<sup>33</sup>.

27 Orden, de 31 de octubre de 1978, sobre atención de la demanda del servicio telefónico en extrarradio y zonas rurales.

28 Real Decreto 1281/1981, de 5 de junio, sobre extensión del servicio público telefónico en el medio rural. Completado con la Orden, de 30 de noviembre de 1981, por la que se define, a efectos de aplicación del Real Decreto 1281/1981, el concepto de núcleo rural.

29 Real Decreto 2248/1984, de 28 de noviembre, sobre extensión del servicio público telefónico en el medio rural.

30 En toda esta fase de universalización real de la red iniciada en torno a 1980 es destacable el esfuerzo económico de las Entidades territoriales (autonómicas y locales) que aportaron un buen porcentaje de los fondos necesarios. La cobertura de prácticamente el 100 por cien del territorio no se llegó a alcanzar hasta mediados de la década de los noventa gracias al «Plan operacional de extensión del servicio en el medio rural 1993-96» (Resolución de 27 de abril de 1993, de la Secretaría General de Comunicaciones, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 12 de marzo por el que se aprueba el Plan operacional de los servicios telefónicos en el medio rural 1993-1996. BOE 29/4/1993).

31 Tribunal de Defensa de la Competencia (1993) destaca que las listas de espera del teléfono fueron un fenómeno permanente en España y que se movían con el ciclo. Cuando aumentaba la demanda, porque la economía estaba en expansión, las listas de espera se disparaban y cuando la demanda se estancaba, en la parte recesiva del ciclo, las listas de espera se reducían espectacularmente.

32 El número de empleados en el sector de las telecomunicaciones en 1983 representaba el 0,96 por ciento de la población activa y el 1,17 por ciento de la población ocupada; agregando el sector electrónico, las cifras ascendían al 1,45 y 1,77 respectivamente (Bahamonde Magro et al., 2002).

33 Borderías (1993) realiza un exhaustivo trabajo de investigación sobre el papel desempeñado por las mujeres en el seno de la Compañía Telefónica durante una etapa que prácticamente coincide con la de nuestro análisis.

## Radiodifusión: sonora y de televisión

A finales de 1924 emitían en España cuatro estaciones radiofónicas: Radio Ibérica y Radio España en Madrid, Radio Barcelona y Radio Club Sevillano. Ese mismo año se fundó Unión Radio (embrión de lo que luego sería la Cadena SER) que impulsó la radio española en los años treinta. Así, mientras que en 1930 funcionaban en nuestro país un total de 45.877 aparatos de radio con licencia fiscal, lo que apenas representaba dos aparatos por cada mil habitantes, se había pasado a 214.000 en 1934 (Bahamonde Magro *et al.*, 2002).

Tras la guerra civil, y pese a la lamentable situación socioeconómica de los años cuarenta, la radio siguió desarrollándose y alcanzó durante la década siguiente increíbles cotas de popularidad que no comenzó a perder hasta la irrupción de la televisión.

El retorno de la democracia, roto el monopolio público, provocó en la radio una revolución social, comercial e informativa. Hubo un desplazamiento generalizado hacia la FM, banda en la que aparecieron numerosas emisoras de ámbito local.

La televisión, por su lado, no tuvo verdadera penetración hasta mediada la década de los sesenta aunque ya a finales de esa década se había convertido en el medio de ocio preferido por los españoles, con audiencias de casi diez millones de espectadores en los programas más populares (Bahamonde Magro *et al.*, 2002). En 1976, la cobertura de la Primera cadena alcanzaba al 90 por ciento de la población mientras que la Segunda llegaba a la mitad de España; existían ocho millones de receptores, de los cuales un diez por ciento eran en color (Bahamonde Magro *et al.*, 2002).

## Las telecomunicaciones como agente económico

La manifestación del paradigma conocido como sociedad de la información agiganta la importancia de las telecomunicaciones (o más correctamente de las TIC) hasta convertirlas en piedra angular de la que será nueva construcción socioeconómica. Pese a que la conjunción de circunstancias acaecidas en los dos últimos decenios ha impulsado su protagonismo es evidente que a ese lugar no se ha llegado desde la nada y que antes de 1980, las telecomunicaciones ya desempeñaban su papel de engranajes de la economía.

Sin embargo, los estudios que se ocupan de demostrar tal aseveración son posteriores a esa fecha. Hardy (1980) se ocupa del papel del teléfono en el desarrollo económico y, algo más tarde, Saunders *et al.* (1983) establecen la relación de las comunicaciones con el crecimiento del sector servicios del que a su vez depende el crecimiento del PNB.

Esta correlación entre el nivel de actividad económica y la inversión en infraestructura de telecomunicaciones es evidenciada usando técnicas econométricas por Cronin *et al.* (1991), Dholakia y Harlam (1994) y por otros muchos más recientemente, como por ejemplo Röller y Waverman (2001). Pero ¿las telecomunicaciones son causa o consecuencia del nivel de desarrollo? Existe una relación bidireccional: la inversión en telecomunicaciones es un predictor fiable («causa», las comillas son del autor) del nivel de actividad económica posterior y además la inversa es cierta (Cronin *et al.*, 1993a).

Sobre el mecanismo a través del que las telecomunicaciones influyen positivamente en la economía, ya inicialmente se citan como factores básicos la mejora de productividad<sup>34</sup> y la ganancia de eficiencia de los mercados dado que los agentes son capaces de responder más rápido a las señales (Wellenius, 1984; Madden y Savage, 1998). La lista se puede hacer más detallada: menores costes de producción, mejores decisiones de localización, más flexibilidad, almacenamiento (y consiguiente coste de capital) reducido con los métodos de producción *just-in-time*, aumento de la competencia... (Cave *et al.*, 1994).

En cuanto a su repercusión en el empleo, Hansen *et al.* (1990) encuentran que, en seis áreas rurales europeas, el impacto en el empleo de la inversión en telecomunicaciones fue entre 2,2 y 5,2 veces mayor transcurrido un año que en el momento de la inversión original.

34 Véase el estudio de Cronin *et al.* (1993b).

Un argumento que se suma a todos los anteriores es el que considera que las telecomunicaciones contribuyen al desarrollo económico endógeno. Las redes públicas de telecomunicación inducen una triple acumulación de capital: del capital físico (infraestructuras instaladas), del capital humano (aprendizaje por la experiencia y acceso a la información) y del capital tecnológico (transferencia y apropiación de nuevas tecnologías) (Noumba Um, 1997).

¿Es posible constatar estos fenómenos en la España de los dos cuartos intermedios del siglo XX? Desde el rigor científico, la respuesta es no. Es claro que pueden ofrecerse indicios veraces pero no se han realizado análisis en profundidad y, como se advirtió en la introducción, su elaboración queda coartada por las colecciones de datos disponibles.

Parece evidente que las telecomunicaciones, especialmente el teléfono, lograron flexibilizar los intercambios y rebajar los costes de transacción para la mayor parte de las actividades económicas incluso en la deprimida España de la posguerra. Que el teléfono era percibido por las empresas como una «herramienta de base» elemental queda patente en el hecho de que, mientras en 1935 aproximadamente la mitad de las líneas en servicio estaban contratadas por «negocios», esta cifra había ascendido a algo más del 70 por ciento en 1945, era aún algo menor del 60 por ciento en 1960, había disminuido hasta el 45 por ciento en 1970 y era todavía muy próxima al 40 por ciento en 1976 (Plaza, 1989).

En los años finales de nuestro periodo de estudio, se estaban abriendo nuevas oportunidades que habrían de mejorar la eficiencia de la economía en su conjunto. Telefónica proseguía la construcción de su red para la transmisión de datos y colaboraba con las instituciones financieras en el desarrollo de los servicios y aplicaciones necesarios para la transferencia electrónica de fondos y la utilización de tarjetas de crédito.

De algún modo, la propia Compañía Telefónica había intentado reflejar la importancia del servicio que ofrecía incluyendo en sus Memorias anuales, desde 1965 y hasta 1973, una tabla o gráfico en que se mostraba conjuntamente la evolución desde 1955 de los índices de Renta Nacional y de líneas telefónicas. La comparación, que resultaba beneficiosa para las líneas (cuya pendiente de crecimiento era mayor, aunque cabe aclarar que la variable utilizada «número de teléfonos» en realidad hacía referencia al número de líneas totales y escondía mucho más atinada desde el punto de vista económico, «número de abonados» o «de líneas en servicio»), muestra una evolución parecida en ambos casos, pero ni mucho menos mimética.

Observando este intento de obtener una sencilla correlación, la pregunta clave que cabe hacerse es la que ya se ha planteado de modo genérico: ¿la extensión del servicio es causa o consecuencia del crecimiento económico? La respuesta de Cronin *et al.* (1993a) que allí se ofrecía ha sido indudablemente cierta también para el caso de la España de 1924 a 1987: en un proceso doblemente realimentado, el crecimiento económico ha estimulado la demanda de telecomunicaciones, demanda a la que la compañía obviamente trataba de dar respuesta, pero, a la inversa, la expansión de las telecomunicaciones ha contribuido a impulsar el desarrollo económico del país.

## Bibliografía

- Alabau, A. (1998). *La Unión Europea y su política de telecomunicaciones. En el camino hacia la Sociedad de la Información*. Fundación Airtel Móvil. Ávila.
- Álvaro Moya, A. (2005). *Redes empresariales, inversión directa extranjera y monopolio: el caso de Telefónica, 1924 - c. 1965*. Ponencia del VIII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica. Santiago de Compostela, 13-16 de septiembre. Localizable en [http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/b12\\_alvaro\\_moya.pdf](http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/b12_alvaro_moya.pdf)
- Álvaro Moya, A. (2002). *Changing patterns of ownership and labor management under changing institutional regimes: The case of Telefónica in Spain, 1924-1970*. Ponencia del «EBHA 6th Congress: Companies - Owners - Employees». Helsinki, 22-24 de agosto.
- Bahamonde Magro, A.; Martínez Lorente, G. y Otero Carvajal, L. E. (2002). *Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la Sociedad de la Información*. Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información - Ministerio de Ciencia y Tecnología. Salamanca.

- Bahamonde Magro, A.; Martínez Lorente, G. y Otero Carvajal, L. E. (1993). *Las comunicaciones en la construcción del Estado contemporáneo en España: 1700-1936*. Secretaría General de Comunicaciones - Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- Bauer, J. M. (1999). «Universal service in the European Union» en *Government Information Quarterly*, volumen 16, n.º 4, pp. 329-343.
- Berne, M. y Gómez Barroso, J. L. (1999). «La apremiante revisión de estadísticas e indicadores económicos» en *BIT*, n.º 117, pp. 70-71.
- Borderías, C. (1993). *Entre líneas. Trabajo e identidad femenina en la España Contemporánea. La Compañía Telefónica, 1924-1980*. Icaria. Barcelona.
- Carballo Cortiña, R. (1979). «El capital extranjero y la dictadura. La ITT en España» en *Cuadernos Económicos de I.C.E.*, n.º 10, pp. 579-600.
- Carreras, A. y Tafunell, X. (1993). «La gran empresa en España (1917-1974). Una primera aproximación» en *Revista de Historia Industrial*, n.º 3, pp. 127-175.
- Cave, M.; Milne, C. y Scanlan, M. (1994). *Meeting universal service obligations in a competitive telecommunications sector*. Informe para la Dirección General IV de la Comisión Europea. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo (Luxemburgo).
- Cronin, F. J.; Collieran, E. K.; Herbert, P. L. y Lewitzky, S. (1993b). «Telecommunications and growth: the contribution of telecommunications infrastructure investment to aggregate and sectoral productivity» en *Telecommunications Policy*, volumen 17, n.º 9, pp. 677-690.
- Cronin, F. J.; Parker, E. B.; Collieran, E. K. y Gold, M. A. (1993a). «Telecommunications infrastructure investment and economic development» en *Telecommunications Policy*, volumen 17, n.º 6, pp. 415-430.
- Cronin, F. J.; Parker, E. B.; Collieran, E. K. y Gold, M. A. (1991). «Telecommunications infrastructure and economic growth: an analysis of causality» en *Telecommunications Policy*, volumen 15, n.º 6, pp. 529-535.
- CTNE, Compañía Telefónica Nacional de España (1924-1935; 1939-1987). *Memoria anual*. CTNE. Madrid.
- De la Cuétara Martínez, J. M. y Bordón Iglesias, E. (1995). «La regulación europea de las telecomunicaciones. Génesis y evolución de la “oferta de red abierta” (Open Network Provision)» en Molina Del Pozo, C. F., coordinador, *España en la Europa comunitaria: balance de diez años*, pp. 507-534. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid.
- Dholakia, R. R. y Harlam, B. (1994). «Telecommunications and economic development: econometric analysis of the US experience» en *Telecommunications Policy*, volumen 18, n.º 6, pp. 470-477.
- Ergas, H. (1984). «Monopoly and competition in the provision of telecommunications» en Ergas, H. y Okayama, J., editores, *Changing market structures in telecommunications. Proceedings of an OECD Conference held 13-15 December 1982*, pp. 3-15. North Holland. Amsterdam (Países Bajos).
- Garnham, N. (1989). «Universal service in Western European telecommunications», en Garnham, N., editor, *European telecommunications policy research. Proceedings of the Communications Policy Research Conference, 22-24 June 1988, Windsor, UK*, pp. 123-174. IOS. Amsterdam (Países Bajos).
- Gómez Barroso, J. L. (2000). «Quince años de política europea de telecomunicaciones» en *Noticias de la Unión Europea*, n.º 183, pp. 67-74.
- Gómez Mendoza, A. (1989). «Transportes y comunicaciones», en Carreras, A., coordinador, *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX-XX*, pp. 269-326. Fundación Banco Exterior. Madrid.
- Hansen, S.; Cleevly, D.; Wadsworth, S.; Bailey, H. y Bakewell, H. (1990). «Telecommunications in rural Europe» en *Telecommunications Policy*, volumen 14, n.º 3, pp. 207-222.
- Hardy, A. P. (1980). *The role of the telephone in economic development*. Informe de «Institute for Communication Research (Stanford University)». U.S. Agency for International Development (Estados Unidos).
- Little, D. J. (1979). «Twenty years of turmoil: ITT, the State Department, and Spain, 1924-1944» en *Business History Review*, volumen LIII, n.º 4, pp. 449-472.

- Madden, G. y Savage, S. J. (1998). «CEE telecommunications investment and economic growth» en *Information Economics and Policy*, volumen 10, n.º 2, pp. 173-195.
- Noam, E. M. (1987). «The public telecommunications network: a concept in transition» en *The Journal of Communication*, volumen 37, n.º 1, pp. 30-48.
- Noumba Um, P. (1997). *La privatisation des télécommunications. Le cas des pays en développement*. L'Harmattan. París (Francia).
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (1991). *Le service universel et la restructuration des tarifs dans les télécommunications*. OCDE. París (Francia).
- Plaza, C. (1989). «La Compañía Telefónica» en *Papeles de Economía Española*, n.º 38, pp. 390-408.
- Rico, C. (2005). «La industria de las telecomunicaciones en España. Apuntes sobre el período 1924-1998 en el subsector de la telefonía» en *BIT*, n.º 150, pp. 52-53.
- Röller, J. y Waverman, L. (2001). «Telecommunications infrastructure and economic development: a simultaneous approach» en *American Economic Review*, volumen 91, n.º 4, pp. 909-923.
- Ruelas, A. L. (1996). *México y Estados Unidos en la revolución mundial de las telecomunicaciones*. Universidad Autónoma de Sinaloa - Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (México).
- Saunders, R. J.; Warford, J. J. y Wellenius, B. (1983). *Telecommunications and economic development*. The Johns Hopkins University Press for the World Bank. Londres (Reino Unido).
- Secretaría General de Comunicaciones (1994). *Aspectos fundamentales de la liberalización de las telecomunicaciones*. Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- Tribunal de Defensa de la Competencia (1993). *Remedios políticos que pueden favorecer la libre competencia en los servicios y atajar el daño causado por los monopolios*. Tribunal de Defensa de la Competencia. Madrid.
- Wellenius, B. (1984). «On the role of telecommunications in development» en *Telecommunications Policy*, volumen 8, n.º 1, pp. 59-66.



Torre de comunicaciones de Montjuich, Barcelona, que Telefónica inauguró en 1992 para las comunicaciones de los Juegos Olímpicos. Es obra del arquitecto Santiago Calatrava



Telecomunicaciones,  
política y desarrollo  
económico

# Telecomunicaciones, política y desarrollo económico a partir de 1987

María Teresa Pascual Ogueta

## Introducción

La vorágine de estos últimos años ha desbordado todas las expectativas. Las telecomunicaciones siempre han estado presentes en los negocios, pero eran una parte, una herramienta más que permitía su desarrollo y que facilitaba las cosas. La situación desde los años noventa ha cambiado radicalmente. Ahora están en el corazón del negocio y de sus prestaciones dependen la viabilidad o no de las empresas. Las telecomunicaciones mismas han pasado de ser un buen negocio, pero pesado, lento en retornos, un negocio de infraestructura, a ser, en alguna de sus variantes, un negocio ágil, de ganancias rápidas, de mercados masivos y dinámicos. De ahí su encanto y de ahí sus riesgos.

El cambio de percepción de un modo al otro fue brusco y por eso se cometieron muchos errores. Cuando en estos años las telecomunicaciones irrumpieron en la economía, se percibieron como un nuevo «oro líquido» y pasaron de ser un asunto de ingenieros a un asunto de expertos en economía.

No sólo han cambiado los negocios, están cambiando la vida de las personas. Muchos tienen puestas sus esperanzas en que cambien también la vida de los países pobres, pero eso no es un tema de tecnología, es un asunto que depende de factores muy similares a los que han impedido en el pasado su bienestar.

En este capítulo analizaremos el proceso y, haciéndolo, quizá podamos aventurar lo que puede ocurrir en un futuro no muy lejano.

## En el final de los años ochenta

En esta década fue el comienzo. Siempre se dice que el iniciador fue un juez estadounidense que obligó a desmembrarse a ATT. Nacieron las «Baby Bell». Curiosamente, en años posteriores, se produjo, se está produciendo, el proceso inverso: la unión, o simplemente, la adquisición de otras compañías para hacerse más fuertes y poder competir, pero eso será bastante más tarde.

En Estados Unidos ATT controlaba prácticamente todas las comunicaciones de larga distancia y las comunicaciones locales de la mayoría de los estados. Fue acusada de monopolio. No fue fácil romper esa situación. Hubo polémicas y no está de más recordar el término «monopolio natural», que ha sido debatido desde entonces tantas veces.



Quienes se oponían al desmembramiento de ATT aducían que los servicios de telecomunicación eran un monopolio natural porque «una única red interdependiente e interactiva es la manera más eficiente de proporcionar los servicios de telecomunicación de todo el país»<sup>1</sup>. Se consideraba que era más eficiente y productivo, en términos de costes, que la red fuera gestionada por una sola empresa.

Sin embargo, las cosas empezaron a cambiar porque empezó a haber empresas que veían que las telecomunicaciones podían ser, también para ellas, un excelente negocio. La tecnología, debido a los avances de la electrónica, empezaba ya a ofrecer soluciones de comunicación que no eran tan intensivas en inversión; sobre todo que los retornos a la misma se producían antes. Claro que no hay que olvidar que la inversión más grande, la más costosa, el par de cobre que llega a cada casa, ya estaba hecha. Por cierto, contra muchos pronósticos, está siendo la clave para la expansión de los servicios más novedosos.

El negocio de las telecomunicaciones era un negocio sólido, asentado y que proporcionaba beneficios a las empresas suministradoras. Eso era así, de forma general, en todo el mundo. En España, Telefónica de España también operaba, como el resto, en régimen de monopolio y tenía una particularidad que la hacía diferente de la mayoría de las operadoras mundiales y de todas las europeas: que era una empresa privada. Ciertamente el Estado tenía la mayoría accionarial, pero era una empresa privada a todos los efectos: no vivía de los presupuestos estatales y sus empleados no eran funcionarios. Esto facilitó las cosas a sus directivos, que pudieron prepararse y afrontar el cambio en mejores condiciones que sus homólogas. Era una empresa caracterizada hasta entonces por tener una importante carga tecnológica en su núcleo de negocio. La palabra monopolio, que en este momento tiene connotaciones tan negativas, era parte de una situación que implicaba a más empresas que a la propia operadora de telecomunicación que proporcionaba el servicio. Ella misma era cliente sin capacidad de elección de determinados proveedores y en determinadas condiciones.

Al mismo tiempo, en el final de esta década, debido a esos mismos avances en la electrónica (elementos más pequeños, más potentes, con menos requerimientos ambientales y de mantenimiento) se produce un fenómeno importante en otro sector que hasta ese momento evolucionaba en paralelo a las telecomunicaciones: los ordenadores. El paso de los grandes equipamientos para el proceso de datos (*main frames*) a los PC de sobremesa<sup>2</sup> supone el comienzo de una revolución que en estos momentos (2005) vive sus beneficiosas consecuencias. Gracias a ese avance tecnológico, los llamados entonces sistemas para proceso de datos se democratizan y se hacen accesibles para otros departamentos de las empresas que no fueran Proceso de Datos. Más adelante, y contra todo pronóstico, la democratización se extiende y el PC se hace accesible, en los países desarrollados, a cualquier persona. En esos momentos se está gestando, sin que se pudiera prever, Internet.

No es fácil para una empresa dejar una cómoda posición de mercado en monopolio por otra en competencia. Y las operadoras de telecomunicación europeas se resistieron. Argumentaron, esgrimieron datos y auguraron que muchas zonas de sus respectivos países quedarían sin servicios de telecomunicación. Para entonces España ya estaba en la Unión Europea desde 1986 y el proceso es imparable. El Reino Unido fue, en Europa, el pionero en la liberalización. La experiencia de BT y sus problemas con OFTEL (Office of Telecommunications), el nuevo regulador que se crea para asegurar la competencia en los servicios de telecomunicación en el mercado británico, son observados con lupa en los países europeos y en España en particular. A nadie se le escapa que lo que en esos años pasa en el Reino Unido es un ejemplo de lo que también va a pasar aquí. En 1991 el mercado de las telecomunicaciones de ese país se liberaliza totalmente y pone fin al duopolio, que tenían British Telecommunications y Mercury Communications desde noviembre de 1983.

La Unión Europea no tiene ninguna duda de cuáles son sus objetivos y promueve la liberalización total de los servicios de telecomunicación. Se suceden los borradores de directivas y

1 Breaking Up Bell (North Holland), 1983.

2 *Tecnologías de la Información y crecimiento económico: Un reto para las empresas* (T. Pascual. Círculo de Empresarios, 2004)

los argumentos de las operadoras instaladas (pasarán a llamarse incumbentes), que según los casos estarán o no apoyadas por los Gobiernos de sus respectivos países. A España, junto con Portugal, Irlanda y Grecia se le concede una moratoria para la liberalización. Finalmente España no apura todo el tiempo de la moratoria y liberaliza el mercado a finales de 1998.

## Los años noventa

Son los años del cambio. Todo está por hacer. La regulación, para sorpresa de muchos, es ahora más intensa que nunca; los competidores crecen y los servicios móviles son la estrella. El regulador europeo impone sus criterios y esta vez se puede decir que aciertan. Su objetivo es armonizar los servicios móviles GSM para lograr un mercado verdaderamente europeo y sus decisiones no son siempre bien recibidas por los operadores de servicios móviles. Más tarde se demuestra que los aspectos más controvertidos de las exigencias del regulador europeo contribuyen al éxito del nuevo servicio. Así, la tarjeta prepago, la facilidad de la itinerancia y la independencia del terminal respecto al operador contribuyen a dinamizar el mercado y se crea la masa crítica suficiente para que el servicio sea asequible para un gran número de consumidores. Por una vez, Europa ha ido por delante de Estados Unidos.

En España el servicio móvil analógico aún tenía recorrido para el crecimiento y por eso, en un primer momento, no existe urgencia en introducir la nueva tecnología. Esto le permite aprender de la experiencia de los otros países europeos, que tienen que acometer el lanzamiento del servicio GSM con más rapidez de la que hubieran deseado, porque su espectro para sistema analógico ya estaba saturado. Tampoco nadie supo ver el crecimiento tan rápido que tendría este negocio. La clave estuvo en el precio. Bajó lo suficiente como para que, incluso los más reacios a utilizar un teléfono móvil, se atrevieran a probarlo y conocieran por sí mismos las ventajas que podía aportarles. Los nuevos competidores necesitaban clientes y toda su estrategia de lanzamiento se guió por ese principio de captación y propiciaron que un servicio «serio» se convirtiera también en un juguete. Las operadoras tradicionales aprendieron rápido y comprendieron o aprendieron que no había más remedio que optar por una gran masa de clientes con poco gasto, en vez del selecto grupo de elevada factura que había sido el destinatario de sus servicios móviles hasta ese momento.

## Un nuevo cambio

Los terminales móviles se hicieron baratos y cambió el punto de vista. Ya no eran necesarios los estrictos controles de calidad llevados a cabo hasta entonces por las operadoras de telecomunicación. Una auténtica revolución con consecuencias económicas, pero el mercado había ido por delante y los terminales para la red fija procedentes de las fábricas asiáticas habían inundado los hogares, a pesar de su baja calidad. Las operadoras de telecomunicación, que habían hecho de la venta de terminales una buena parte de sus ingresos, tuvieron que adaptarse a la nueva realidad.

Con el regalo del terminal móvil, el mercado asumió su vulnerabilidad; el hecho de hacerlo un objeto más de consumo hizo lo demás. Cambios de color, novedades en la utilización, hicieron que el mercado asumiera con cierta naturalidad la poca durabilidad del equipo, al igual que ocurría con cualquier otro electrodoméstico considerado de bajo coste. Los terminales que ofrecían las operadoras de la red fija se han subido a este carro y sus terminales ya no son lo que eran.

Las comunicaciones móviles, con su impresionante éxito, cambiaron no sólo la forma de comunicarse sino que iniciaron también el cambio en otros campos con consecuencias económicas, pasando a ser una nueva herramienta.

En las relaciones laborales, en los niveles directivos y en los centros de decisión de nivel medio se produce una pequeña transformación. Si al principio las empresas son reacias al gasto que supone dotar de móvil a sus empleados, luego comprenden las ventajas que eso reporta y surten de teléfonos móviles a los empleados de los niveles inferiores. Éstos, a su vez, lo consideran un privilegio y un elemento de distinción aunque enseguida comprenden que esa

conectividad continua les impide desligarse totalmente de sus obligaciones laborales. Ventajas e inconvenientes que van asociadas siempre a las novedades.

Si en un principio la telefonía móvil era un negocio nuevo para un mercado nuevo, pronto comenzó a invadir y a «comer» mercado a la telefonía fija. Y esto empezó a pasar cuando el precio de ambos comenzó a ser equiparable en términos de coste y prestaciones.

Las circunstancias en las que surge y se expande la telefonía móvil, unido a sus características tecnológicas (fuerte componente de software y posibilidad de desarrollar servicios sin necesidad de grandes inversiones) hacen que este servicio de telecomunicación sea pionero en un aspecto: en el de la necesidad de contar con otros agentes para el éxito de su oferta.

Hasta ese momento las operadoras de telecomunicación, por su fuerte carga tecnológica, ofrecían lo que la tecnología del momento podía ofrecer, intentando cubrir las necesidades de su mercado; pero esos servicios a disposición de su público estaban creados por la propia operadora o por sus proveedores, empresas también centradas en la tecnología. Es decir, no había creadores de servicios ajenos a la propia operadora o a sus proveedoras de tecnología. Las necesidades de los clientes se satisfacían más por la oferta de las operadoras que por las demandas del mercado.

Con la tecnología móvil el software entra de lleno en la creación y prestación de nuevos servicios, que no sólo son creados por las operadoras, sino por empresas habituadas a conocer las demandas y formas de actuar del mercado. Las operadoras de móviles ven en estos productos una forma de crecer en tráfico (su objetivo actualmente) y las otras, las que crean los servicios, como una forma de negocio. Es decir, beneficio mutuo.

En la telefonía fija esta colaboración todavía no ha llegado. Los servicios multimedia sobre la red fija unen dos mundos muy consolidados en sus respectivos campos: el de los servicios de telecomunicación sobre redes fijas y el de los contenidos, que tiene una muy buena red de comercialización desarrollada.

## No todo lo valioso tiene éxito

Algunos servicios se quedaron en el camino sin dar todo el potencial de posibilidades que ofrecían en el momento en el que surgieron. La tecnología iba todavía por delante de las necesidades y, además, era cara. Si en los móviles el abaratamiento dio lugar al uso incluso sin saber muy bien qué ventajas podía aportar, la RDSI vio cómo se pasaba su «ventana de oportunidad» sin llegar a ser el servicio estrella que se le auguraba. Muchos más servicios quedaron sin el éxito que se les pronosticaba, como el videoteléfono. ¿Serán los móviles los que finalmente le hagan triunfar? En el caso de que así ocurra ¿será suficiente esa circunstancia para que prospere también en la red fija?. Y es que hay servicios que «tocan» fibras sensibles que no se conocen que son tal hasta que la realidad las puede poner en entredicho. Algunos servicios entran tan de sorpresa que la sociedad no tiene tiempo de reaccionar; otros, en cambio, generan suspicacias y, si no se vencen, el servicio fracasa antes de llegar a ser. Cuando las llamadas de teléfono eran anónimas porque no podían ser de otra forma, toda la cultura de la relación telefónica se creó sobre la base de esa premisa, nadie sabía, salvo control policial, quién le estaba llamando, ni desde donde. El servicio de identificación de llamada, cuando surgió, rompía de golpe toda una manera de hacer y comportarse y hubo que habilitar la facilidad de la ocultación de la llamada entrante para satisfacer una corriente social que lo reclamaba. Ahora está surgiendo otra necesidad que se va imponiendo suavemente y sin ruido: mucha gente no atiende llamadas que no vengan identificadas. Un servicio que surgió por razones de economía (se pretendía eliminar el alto porcentaje de tráfico que se perdía por llamadas que no terminaban en contacto con el llamado) alteró una manera de hacer perfectamente admitida.

## El nuevo paradigma

Pero hay algo más que queda oculto por la visibilidad de todo lo anterior. Se está produciendo en ese momento la definitiva unión de dos mundos que han evolucionado en paralelo, sin apenas tocarse y que va a suponer la verdadera revolución que nadie esperaba o, mejor, que nadie esperaba que se produjera de esa forma. Internet, tal como la conocemos ahora, empieza su andadura.

Los avances en la electrónica que permitían nuevos equipos y nuevos servicios de telecomunicación mucho más versátiles y baratos, también permitieron que los ordenadores dejaran de ser sólo grandes máquinas costosas en mantenimiento, uso y operación. Esto cambió muchas cosas. Si antes sólo se comunicaban los grandes ordenadores de las grandes compañías, a partir de ese momento apareció la necesidad de interconectar ordenadores más pequeños (miniorordenadores). Las grandes redes de datos no estaban adaptadas para estas necesidades. Eran costosas y aparecieron nuevos sistemas sin tanta tolerancia a fallos, pero más versátiles y baratos. Con la irrupción de los PC, la necesidad de comunicación se hizo más imperiosa y tenía que ser más fácil de implantar y más barata de utilizar. Surge el ADSL, una verdadera tabla de salvación para las operadoras de redes fijas. Cuando la banda ancha móvil pueda competir con este servicio en prestaciones, calidad y precio a lo mejor el par de cobre llega definitivamente al fin de su vida útil. Se olvida a menudo, pero gran parte de la importancia económica de las telecomunicaciones en el momento actual radica precisamente en el modesto par de cobre. Hasta hace muy poco se consideraba a extinguir porque era el impedimento para las transmisiones que precisan un gran ancho de banda. Si en muchas ocasiones los nuevos productos que las operadoras de telecomunicación ponían en el mercado se adelantaban a las necesidades de sus clientes, esta vez el ADSL surge para satisfacer la imperiosa necesidad de los clientes de tener una mayor velocidad de acceso. El módem, además de baja velocidad, tenía un inconveniente muy importante para los clientes particulares y es que dejaba inutilizada la línea para las comunicaciones vocales. Esa necesidad de los clientes y la creciente competencia que los operadores de cable (nuevos entrantes en el mercado de telecomunicación) empezaban a ejercer sobre el operador incumbente, hicieron el resto.

La competencia creciente y agresiva en el campo de las telecomunicaciones obliga a que, también para los operadores de telecomunicación y en especial para el operador establecido, sea importante el *time to market*. El tiempo desde que se concibe un servicio novedoso hasta que éste está comercializándose tiene que reducirse drásticamente. Este nuevo parámetro se convierte en una verdadera obsesión de la gestión empresarial.

Si durante prácticamente todo el siglo pasado el progreso industrial y la prosperidad económica se basaban, entre otras cosas, en una buena infraestructura de transporte, ahora aparece un nuevo factor necesario para la creación de riqueza: las redes de telecomunicación. En los países desarrollados hace tiempo que se abandonó la economía basada en la producción de las materias primas y comenzaron a aparecer síntomas de que la basada en la producción de bienes va a dejar de ser también la base fundamental. Aparece así un nuevo paradigma. Surgen actividades económicas que no necesitan las redes de transporte de cosas, sino las redes de telecomunicación que transmiten información y un poco tiempo más tarde, en las cercanías de 2000, se necesitarán las que transmiten conocimiento. Ésa es la verdadera revolución. Si en siglos anteriores los países ricos iban en busca de materias primas a países lejanos, ahora van a buscar formas de hacer y de conocer más baratas.

Los estudios de la UE en los años noventa no dejaban atisbo de duda y la realidad no ha hecho más que confirmar lo que se estaba empezando a gestar ¿Cómo se ha llegado a ello?

### ¿Qué hace cambiar?

Como indicaba antes, lo más llamativo y exitoso no ha surgido por los caminos por donde se pensaba, sino por otros menos visibles, pero que han demostrado ser muy eficientes. Servicios que, sin que nadie lo esperara, han cambiado las formas de hacer, propiciando un aumento significativo de la productividad, sin que nadie antes fuera capaz de predecirlo. Un ejemplo de lo que quiero resaltar lo ofrece el fax, como un antecedente histórico de lo que luego ocurriría con Internet.

La transmisión por fax como servicio llega a su apogeo al comienzo de los noventa. Su implantación se hizo sin grandes alharacas, incluso con recelos (seguridad de la transmisión, seguridad de la recepción,...), pero poco a poco fue calando en la cultura de las empresas, en la forma de hacer. Eso es, en mi opinión, su aportación más importante. Al principio no fue considerado como un generador directo de grandes beneficios económicos para las empresas

de telecomunicación, pero es indudable que dio lugar, cuando se popularizó, a incrementos significativos del tráfico que circuló por sus redes. Es muy evidente también que su influencia fue más allá de este beneficio. Las comunicaciones escritas se hicieron más ágiles y efectivas y muchas conversaciones telefónicas daban carta de ley a sus conclusiones con el envío de un fax. El correo postal y el correo entre localizaciones distintas dentro de una misma empresa se vieron tremendamente afectados, pero ni el correo postal ha desaparecido, ni tampoco las empresas de mensajería lo han hecho. Se ha reducido su mercado y éste se ha hecho más especializado: hay servicios que el fax nunca pudo satisfacer (la paquetería, los documentos voluminosos,...), pero agilizó la entrega de todos aquellos documentos que no superaran unas pocas hojas, e hizo algo más, fue el iniciador de que las relaciones empresariales se «aplanaran». El estilo del mensaje se hizo menos protocolario y la propia exigencia del servicio, que no fuera muy voluminoso, hizo que los mensajes fueran más concretos y amigables. La inmediatez asociada al servicio inició lo que luego sería más evidente y es que los envíos se aprobaban por la jerarquía de forma más rápida y genérica, sin tanta formalidad, sin necesidad de consumir tanto tiempo (hasta que el jefe lo hubiera leído y corregido) y muchas veces sin más firma que la del responsable del texto. Estos cambios de uso y de trabajo son los que han servido para agilizar procesos que antes quedaban pendientes de la revisión, corrección y aprobación de todos los jefes de la escala antes de su envío al correo. La responsabilidad ha descendido de nivel y el correo electrónico es sólo el extremo de ese cambio que comenzó con el fax. Agilidad, rapidez en la toma de decisiones, descentralización en la toma de todas aquellas que lo requieren, se ha traducido en un importante aumento de la productividad porque se eliminan de los procesos de trabajo los pasos que no son estrictamente necesarios. No ha sido tan obvio ni tan fácil este cambio porque estas variaciones en la manera de actuar alteran las situaciones de poder y por eso las actitudes de resistencia aumentan y desconciertan, pero la evolución tecnológica sigue su camino y deja a un lado a las empresas y directivos que no se han sabido adaptar porque el cambio es inevitable. ¿Todavía se puede dudar?

El beneficio que el servicio proporcionaba a las empresas, lo hemos visto, era muy alto en comparación con lo que costaba el equipo de fax. Su manejo era sencillo y cualquiera podía hacerlo funcionar. Ésas fueron las claves de su éxito: utilidad a un coste asumible. En el concepto coste se incluye no sólo el precio del equipo y de su utilización, sino la facilidad de acceso y manejo, el mantenimiento y todas las variables que hacen que un instrumento ofrezca buenas soluciones sin excesivos inconvenientes. El correo postal quedó para las relaciones más formales o para los envíos voluminosos, todo lo demás se hacía por fax. Se hizo indispensable en las empresas, y cuando se estaba empezando a extender a los usuarios particulares le surgió un competidor que frenó la tendencia: el correo electrónico. El fax no dejó pasar su «ventana de oportunidad», sino que la apuró todo lo que la evolución tecnológica le permitió y esa evolución, inevitable, le ha dejado en poco tiempo como un servicio que no muere del todo, pero que ya no crece, ya no es la realidad innovadora que cambia los usos y aumenta la productividad, sino que evoluciona y se adapta a las nuevas posibilidades. El servicio de fax, que empezó tan humilde, es un ejemplo más de cómo no hay servicio rompedor que lo sea por mucho tiempo. Eso es otra de las cosas que ha aportado esta década. Que hay que aprender a adaptarse y saber que la solución definitiva no dura en realidad más que muy poco tiempo. A lo más que puede aspirar, una vez que el éxito fulgurante de algo cesa y su crecimiento se estanca e incluso empieza a disminuir, es a permanecer en un reducto del mercado de posibilidades que comparte con otros servicios con los que compete. Porque en realidad el mercado sí crece. Los nuevos servicios le roban a los antiguos una parte importante de clientes, pero los usuarios totales en realidad crecen con los nuevos servicios porque, en muchos casos, estos nuevos clientes no lo eran del servicio anterior. Éste es el caso del correo electrónico, competidor exitoso del fax, pero no sólo del fax.

### Barreras de entrada que frenan la economía

Otros servicios, en cambio, a los que se preveía un gran éxito, desaparecieron sin que llegaran a satisfacer las expectativas que despertaron. Hay muchos ejemplos y quiero fijarme en uno que es también paradigmático: el videotex. ¿Por qué no tuvo éxito el videotex?

El videotex, curiosamente, es el antecedente de Internet y sin embargo no prosperó. No cambió la economía, ni las formas de producir y crecer como lo ha hecho su servicio «evolucionado». Una razón genérica, que engloba la suma de motivos pequeños que lo justifican, es que no era su momento. Era posible un servicio, pero no lo era por mentalidad de la sociedad y por coste. Pero, como muchas veces se ha demostrado, este último factor, el coste, es el más importante, es el elemento clave y en este servicio se ve de manera más clara que en ningún otro. Videotex era el servicio que permitía el acceso a servidores con información a través de la red de telecomunicaciones desde un terminal remoto. Con la utilización de un terminal específico o mediante un ordenador personal, conectados a través de la línea telefónica, se podía acceder de forma interactiva a diversas bases de datos para consultar o depositar determinada información. Permitía telecompra, formación a distancia, mensajería, etc. En España el servicio se llamó Ibertex. He dicho que no tuvo éxito y es sólo una media verdad porque sí lo tuvo, y espectacular, en Francia. Mucha gente lo olvida, pero en Francia tuvo éxito porque la operadora de telecomunicación francesa (la antigua PTT) como entidad estatal que era, tuvo la feliz idea de regalar el terminal. El coste del terminal de un servicio novedoso es lo más disuasorio cuando éste es caro y el cliente no está seguro de su utilidad. Así surgió el éxito porque, de golpe, se conseguía un mercado potencial de millones de clientes y eso animó a proveedores de contenido a inundar de posibilidades el nuevo servicio. En ningún otro país tuvo éxito la versión comercial del videotex (Minitel es el nombre comercial del servicio francés). Francia fue así precursora en la utilización de este pequeño Internet que fue el servicio videotex. Cuando surge Internet, el crecimiento en Francia fue mucho más lento que en cualquier otro país europeo porque al principio Internet no aportaba nada a los clientes franceses que no tuvieran ya satisfecho a través de Minitel.

Cuando surgen los prolegómenos de Internet en España, comienza un proceso que ya se ha visto otras veces y, porque probablemente se ha aprendido, se lanza un servicio, Infovía (1995), que tiene éxito debido a que es un servicio que se percibe, porque lo es, como muy barato.

Lo importante del éxito de Internet es que ha cambiado la forma de hacer negocios y algunos paradigmas económicos parecen tambalearse. La productividad se acelera y surgen posibilidades empresariales que antes eran impensables.

### El fenómeno de las «punto.com»

El fracaso de las empresas que se generaron al calor de los nuevos paradigmas a final de la década se vio por algunos como un fracaso de la tecnología. Nada más lejos de la realidad. La tecnología lo único que hizo fue poner a disposición de quien quisiera utilizarlas todas sus herramientas y hubo quien, deslumbrado por su increíbles oportunidades, olvidó que los negocios se basan en ofrecer lo que alguien esté dispuesto a pagar y en ofrecerlo de forma que en esa transacción se obtengan unos ingresos que permitan amortizar inversiones, crecer y generar beneficios.

El fenómeno que comenzó a finales de los noventa y terminó de forma brusca en 2001 ha sido tan sorprendente que varias universidades americanas<sup>3</sup> están haciendo un recopilatorio de esas experiencias con el objetivo doble de conocer para no repetir el error y de poder estudiar el fenómeno desde un punto de vista cultural ¿Cómo fue posible que tanta gente se equivocara tanto en algo que se podía ver fácilmente?

El problema fue de teoría económica, no tecnológica. Se vivió una expansión de la bolsa espectacular motivada, no por sesudos estudios económicos, sino por aspectos publicitarios. Se olvidaron de forma bastante masiva los principios básicos económicos en aras de unas oportunidades que no habían sido debidamente ponderadas.

Internet es una magnífica plataforma asequible para casi todos (no hay que olvidar las regiones más favorecidas de este planeta) y eso implica espléndidas oportunidades y también retos a la altura de esas posibilidades. Si en los negocios locales las oportunidades para crear un negocio original pueden ser altas, éstas se diluyen cuando se está compitiendo con ideas originales

3 Escuela de Negocios de la Universidad norteamericana de Maryland (EE UU).

surgidas en cualquier lugar del mundo. Pero hay más. Internet ha aportado también algo bastante novedoso y es el concepto de acceso gratuito.

En un principio esa gratuidad sirvió para su expansión y ahora se ha constituido en su razón de ser. Los intentos que se han hecho por cobrar por los accesos han chocado con esa ley no escrita de que todo lo que está accesible a través de Internet ha de ser gratuito o casi. Esto es así por varias razones.

Una de ellas es que la competencia es mayor de la que haya existido nunca. Siempre hay alguien en algún lugar con capacidad de ofrecer lo mismo más barato, luego quien quiera hacer negocio en la red ha de ir por otro lado. Pero además, mucha gente está dispuesta a trabajar para la red sin cobrar por ello: ¿fenómeno nuevo? No, no lo es, lo que es nuevo es que esta oportunidad se ha abierto para todo el que la quiera ejercer sin apenas coste y con el único esfuerzo de hacer lo que le gusta.

Prestigiosos periódicos han tenido que renunciar a sus intentos por cobrar por el acceso a sus noticias y enciclopedias, que requerían un pago, y que se ofrecen ahora de forma libre.

## Empresas en la red

Las grandes empresas instaladas antes de la era Internet han sido bastante reticentes a hacer negocios en la red. En primer lugar porque no lo necesitaban. Si su negocio siempre ha funcionado bien sin Internet ¿por qué cambiarlo ahora?

Además, el fenómeno, tan nuevo, les pilló a contrapié; no sabían cómo utilizar la nueva herramienta, tenían miedo. Ha sido la presión de la competencia la que les ha obligado a entrar en el nuevo modelo. Algunas con muchas reticencias; otras, obligadas porque su modelo de negocio se desmoronaba.

No es difícil pensar en cómo ha cambiado el negocio financiero, el de las agencias de viajes, el de la compra de libros, el de la música y un largo etcétera.

Aún así no todas explotan todavía sus posibilidades, pero esto está cambiando muy rápidamente. Todavía se emplea el acceso a la página web como a una especie de anuncio para mostrar la mejor imagen de la compañía, no para que accedan los proveedores y los clientes a comerciar con la empresa. También hay que entender que la red exige un lenguaje nuevo y unas formas de hacer que todavía están por afianzarse.

Otro aspecto interesante es cómo las empresas se comportan respecto al acceso de sus empleados a Internet. En un principio, como pasó con el teléfono móvil, con la prohibición; después, obligadas por la necesidad, permitiendo el acceso. Ahora el momento es otro. ¿Cómo controlar, a coste razonable, ese acceso para que se haga sólo para funciones relacionadas con la empresa? Hay todavía un debate sobre qué se puede hacer, qué es delito y cómo se puede probar que se ha cometido.

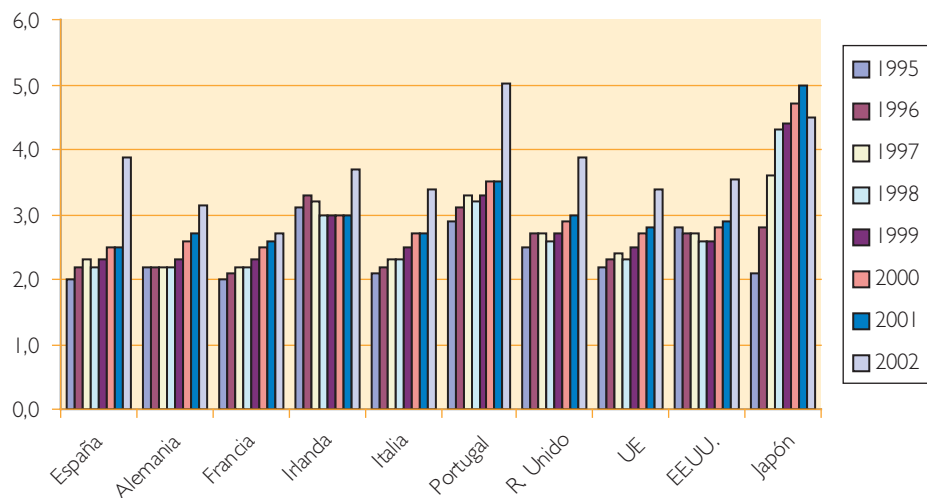
Hay aspectos contradictorios en el uso que las empresas, en general las grandes, hacen del acceso a Internet. Por un lado, reconocen que facilita (más accesibilidad y bajo coste) el contacto con el cliente en muchas cuestiones, pero en otras se prefiere que esa accesibilidad no sea tan sencilla. Con un ejemplo se puede ver mejor esta paradoja. Una de las aplicaciones más habituales es contar con un centro de atención a clientes a través de correo electrónico. Es un sistema muy barato para la empresa<sup>4</sup>, también muy barato y fácil de utilizar para el cliente. Ahí empieza el problema; es un sistema tan cómodo para el cliente que lo utiliza más que los otros medios de acceso, digamos convencionales, como el correo postal, la llamada a un teléfono que casi siempre comunica o que sólo está disponible en un determinado horario. Es decir, el sistema facilita que el cliente reclame y además lo hace por escrito. Éste es sólo un ejemplo de los retos a los que las empresas se enfrentan en su relación con sus clientes, en especial en los mercados masivos.

## La regulación de las telecomunicaciones

En estos años el avance tecnológico ha unido dos mundos paralelos (el de las telecomunicaciones y el de las ciencias de la computación), juntos inevitablemente por la tecnología, a pesar de que tenían orígenes y, sobre todo, formas de funcionamiento muy distintas.

<sup>4</sup> *Tecnologías de la Información y crecimiento económico: Un reto para las empresas* (T. Pascual. Círculo de Empresarios, 2004)

Mercado de las  
 Telecomunicaciones/PIB  
 Definición: Valor monetario del  
 mercado interior de productos y  
 servicios de Telecomunicaciones  
 en relación al PIB (ambos a  
 precios corrientes). Fuente: extinto  
 Ministerio de Ciencia y  
 Tecnología (2004)



Las telecomunicaciones venían de un campo fuertemente regulado y con una casi responsabilidad estatal en su desarrollo y provisión. La industria de los ordenadores, por el contrario, tiene su origen en un ambiente muy competitivo y de provisión totalmente privada. Si en la primera los estándares se definían en organismos internacionales, en la segunda la norma la establecía, la establece todavía, la empresa que tenía más reconocimiento en el mercado mundial y da lugar a estándares de hecho.

En 1996 se crea en España la CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones); organismo regulador independiente para el mercado de las telecomunicaciones y de los servicios audiovisuales, fue creado por el Real Decreto-Ley 6/1996, de 7 de junio, de Liberalización de las Telecomunicaciones.

La composición del Consejo, el objeto y las funciones de esta Comisión han quedado comprendidas en el artículo 48 de la nueva Ley 32/2003.

En este sentido, dicho precepto viene a señalar como objeto de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones «el establecimiento y supervisión de las obligaciones específicas que hayan de cumplir los operadores en los mercados de telecomunicaciones y el fomento de la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales, conforme a lo previsto por su normativa reguladora, la resolución de los conflictos entre los operadores y, en su caso, el ejercicio como órgano arbitral de las controversias entre los mismos».

Como ya había ocurrido en el Reino Unido con la apertura del mercado a la competencia, la regulación en el campo de las telecomunicaciones se hace mucho más intensa de lo que era anteriormente. Surgen en España multitud de operadores que remueven en el mercado. Los hay con voluntad de servir a un nicho de mercado, a un ámbito geográfico y, los más potentes, con voluntad de dar un servicio integral y hacer competencia al operador dominante: Telefónica de España.

El regulador tiene entre sus misiones el aseguramiento de una verdadera competencia y para lograrlo opta por frenar la expansión del operador dominante para permitir que los nuevos entrantes tengan alguna oportunidad en el mercado. Se parte de una situación totalmente desigual porque uno de los contendientes tiene prácticamente la totalidad del mercado y está dispuesto a defenderse. Se acuña así el término «regulación asimétrica»<sup>5</sup>.

El objetivo primordial de la apertura del sector a la competencia era lograr mejores infraestructuras y servicios a mejor precio, pero al final la realidad es que lo que el mercado ofrece son prácticamente los mismos servicios en condiciones distintas y en la mayoría de los casos sobre las infraestructuras del operador dominante.

<sup>5</sup> Regulación que tiene por objeto favorecer a los nuevos entrantes en el sector para permitir que la empresa dominante pierda cuota de mercado.



Hay un momento incluso en que parece que la mejor regulación es la que penaliza al operador incumbente y, paradójicas de la situación, cuando éste trata de ofrecer tarifas más bajas, el regulador no le autoriza porque esa bajada pondría en aprietos a sus competidores.

Algo similar ocurre cuando es el operador dominante el que trata de introducir algún servicio novedoso y favorecedor de la expansión de las nuevas tecnologías. No se le permite la provisión de ese servicio hasta que los nuevos operadores estén, también ellos, en condiciones de suministrarlo. Hay por tanto algo de perverso en esa regulación asimétrica que, promovida con la buena intención de aumentar la competencia y la variedad de servicios a mejores precios, consigue que la realidad se vuelva contra sus propios objetivos.

La tarea de la CMT no es fácil. Está en el punto de mira de todos, de sus decisiones va a depender que unas empresas puedan llevar a término sus negocios y que el mercado (los clientes residenciales y las empresas) tengan los servicios de telecomunicaciones que necesitan.

Con matices, el proceso de apertura a la competencia es en toda Europa bastante similar. Cambian los plazos y las formas. Si en el año 1998 había en la Unión Europea quince operadores y una densidad de 53 por 100 de líneas en servicio, en el 2001 hay más de 1.200 operadores y una densidad de 55,6 por 100. En la Europa occidental la densidad de líneas era muy elevada y no se produce un aumento significativo de la misma, pero disminuye en aproximadamente veinte euros mensuales el gasto mensual en llamadas vocales en las empresas y unos cuatro euros mensuales en el ámbito residencial<sup>6</sup>. Los nuevos entrantes se concentran en el mercado más lucrativo: el de las empresas.

## Algunos datos

Si hasta los años ochenta del siglo XX la implicación de las telecomunicaciones en la economía se medía por la tasa de penetración de líneas vocales en un país, ahora los indicadores son otros. Ahora la importancia de las telecomunicaciones se basa en su utilización y va unida a las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC). Continente y contenido van a ir unidos porque no tienen sentido el uno sin el otro, ése es otro de los cambios. Ahora los indicadores nos hablan del comercio electrónico, de los accesos a Internet, de las empresas que lo tienen como herramienta o las que lo utilizan como base de su negocio. Ni siquiera hablaremos de las redes IP, sino de la voz sobre IP, de las descargas a través de la red. Es decir, hablaremos directamente del nivel más alto de la escala de creación de valor. Las operadoras de telecomunicación que en el pasado creaban y gestionaban redes de transporte ahora tienen que tener en cuenta lo que esas redes transportan o pueden transportar porque es ahí donde está el negocio.

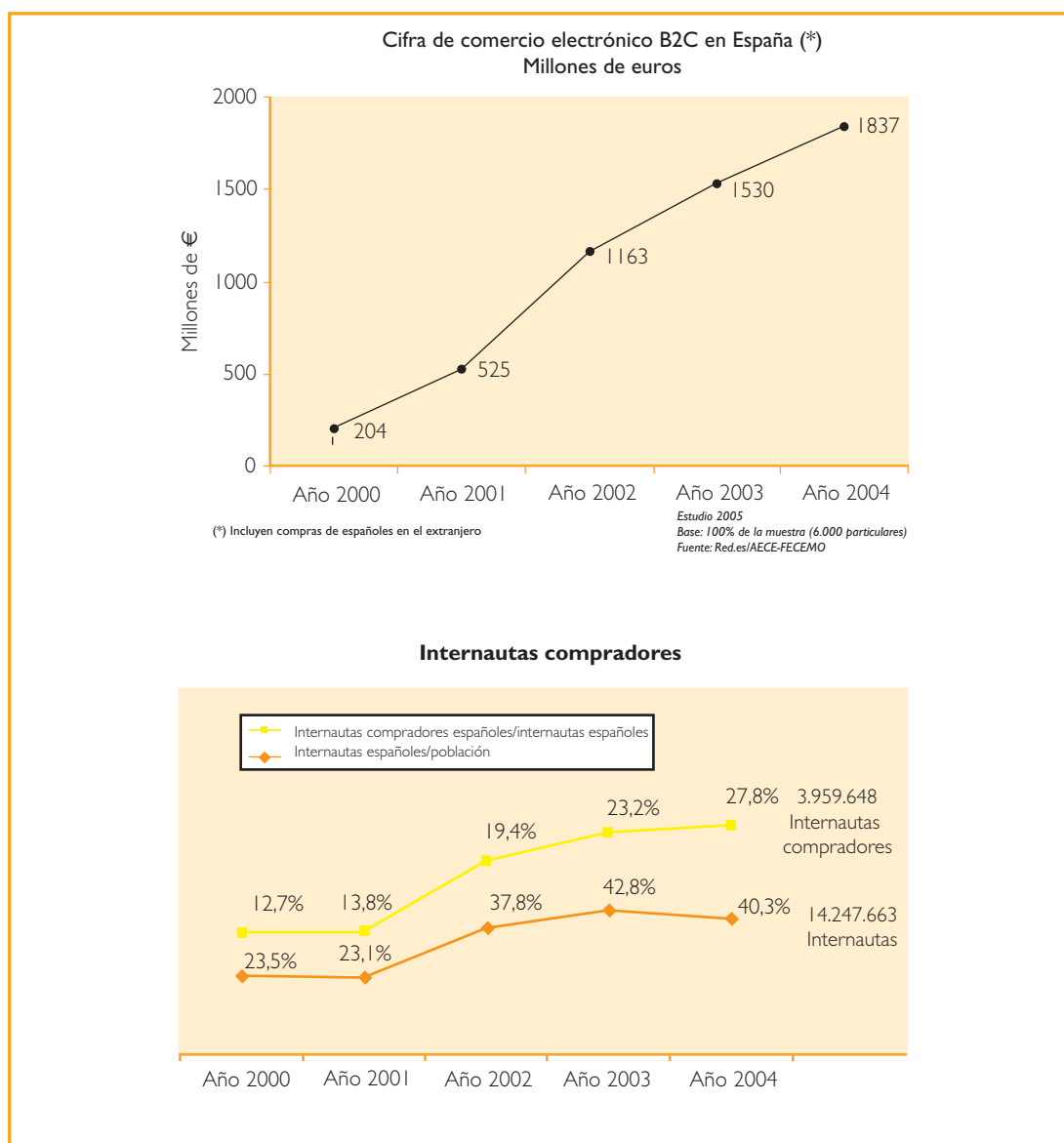
Cuando se hacen análisis sobre el número de PC (ordenadores) por habitante o la penetración del acceso a Internet en España se suele omitir el dato de para qué se utiliza y ésa es, precisamente, una de las informaciones más importantes. A los operadores de telecomunicación les interesa que la gente contrate sus soluciones de banda ancha, y a los proveedores de equipos informáticos, que éstos se compren y se renueven, pero para que eso ocurra tiene que haber contenidos (aplicaciones, soluciones,...) con la importancia suficiente como para que el mercado se sienta interesado en hacer ese gasto.

En los gráficos que siguen se muestra la evolución del negocio de las telecomunicaciones y de alguno de sus aspectos más relevantes en los últimos años.

## La nueva revolución

Si nos atenemos al significado, en sentido figurado, que da María Moliner en su *Diccionario de uso del español* al término revolución: «Cambio muy radical en cualquier cosa», no hay duda de que en estos años se ha producido una verdadera revolución tecnológica que ha revolucionado a su vez los aspectos económicos y sociales de nuestra vida.

<sup>6</sup> Fuente AHCIET.



Si la manera de hacer negocios ha cambiado ha sido precisamente por lo que apuntábamos anteriormente, porque con Internet se han unido definitivamente dos mundos (el de los ordenadores y el de las telecomunicaciones) que trabajando juntos (se han vuelto inseparables) han cambiado y cambian procesos de generación de riqueza. A partir de ahí están cambiando y van a cambiar muchas cosas en la vida de las personas porque son las ellas las que hacen la economía y las destinatarias de los resultados de esa economía.

Hace unos años, empresas de algunos sectores comprendieron que no podían ser especialistas en todo. Comenzó así un proceso de creación de filiales o de contratación a otras empresas de alguna de sus actividades internas que no formaban parte del núcleo de su negocio.

Algunas empresas multinacionales de productos de consumo en un mercado muy competitivo tenían que hacer frente a la necesidad de productos novedosos y de calidad, pero a bajo precio. Si ya es fácil admitir que vivimos en una aldea global, fueron estas empresas las primeras que sintieron que no solamente su mercado estaba en cualquier lugar del mundo donde pudiese vender sus productos, sino que también su «mercado» de proveedores era todo el planeta. Sus diseñadores, que eran los mejores, estaban en un país; los fabricantes, en otro, y el centro de decisión, en otro. Eso es posible porque las comunicaciones (voz, datos, imágenes,...) son instantáneas y a un coste muy bajo, independientemente de la distancia a la que se encuentren los diferentes centros. Esta forma de trabajo transforma la economía y se sustenta en que las empresas tengan a su disposición una infraestructura de telecomunicaciones potente, fiable y barata.

Por eso determinados países son proveedores del servicio de atención de los clientes de empresas que prestan sus servicios en otros países (es interesante prestar atención a la importancia económica del idioma) y otros, como India, son proveedores de «constructores de software» (cambio del modelo económico como proveedor de mano de obra a ¿mente de obra?)

Parece que lo que se entiende como globalización fuera un fenómeno nuevo, pero es tan antiguo como las relaciones comerciales. Desde siempre ha habido negocios basados en comprar en un sitio lo que existía allí o era más fácil de conseguir y llevarlo a vender a donde lo querían comprar. El cambio fundamental está en que hasta ahora este intercambio se producía sólo entre cosas que se necesitan transportar por tierra, mar o aire. Incluso las personas han necesitado irse a otros países a vender el producto de sus manos o de su inteligencia. Ahora las materias de consistencia física, los productos elaborados, siguen necesitando de un transporte que también se ha hecho más barato, pero hasta llegar a ese producto físico y tangible han sido precisos muchos intangibles que se «fabrican» por software y se «transportan» por redes de telecomunicación. Eso es lo verdaderamente nuevo y, lo que es más novedoso todavía, a un coste tan bajo que prácticamente en cualquier lugar del mundo con un solo PC conectado a Internet se pueden hacer negocios con cualquier otro lugar del planeta donde haya otro PC también conectado. Esta forma, la más simple de globalización económica es posible gracias a Internet y, no lo olvidemos, también a algo tan antiguo como la conectividad de las redes de telecomunicaciones fijas que siempre fueron globales.

## Futuro

Bastaría leer la prensa especializada e incluso la de propósito general de hace veinte años para ver que no se han cumplido muchas de las previsiones, pero sobre todo que hay cosas que han ido muy bien y que ni siquiera se contemplaban. Sin embargo, parece que aprender no es fácil. Sería largo explicar por qué no se aprende de errores pasados, así que podemos analizar uno cualquiera de los errores recientes más sonoros.

Para cualquier persona experta en tecnología de telecomunicaciones y en su mercado, la experiencia de la gestación y comercialización del servicio GSM en Europa fue una magnífica manera para comprender las claves del éxito de un servicio nuevo. Nuevo en el sentido de que cambia sustancialmente respecto a lo que ya existe, como por ejemplo lo es el servicio móvil respecto a las comunicaciones fijas. Lo primero es ver qué aporta respecto a lo que existe y a qué precio. Si hay una necesidad real creada el nuevo servicio puede crecer en aquel sector de mercado que lo necesita, aunque el coste no sea bajo.

El servicio de comunicaciones móviles de órbita baja, una maravilla de la tecnología, una auténtica joya desde el punto de vista de la ingeniería, no puede competir con un GSM que ya estaba a bajo precio porque los necesitados de ese servicio, los lugares del planeta más deshabitados y pobres, no pueden pagarlo y para el resto, que podrían utilizarlo cuando estuvieran fuera de la cobertura de GSM, es demasiado caro para las veces que van a estar en esa situación y, finalmente, porque los que sí están dispuestos a pagarlo no lo son en número suficiente como para hacer rentable el servicio a sus promotores.

Hasta ahora se tenía asumido que el negocio de las telecomunicaciones era un negocio lento; lento en crecimiento y en retornos si los comparamos con otros negocios masivos. El crecimiento acelerado de la telefonía móvil GSM fue el comienzo de una carrera por la necesidad de crecer. Pero el negocio se ha hecho maduro y las gráficas de pendiente espectacular ya no aparecen. El servicio UMTS se vio como la oportunidad para ofrecer de nuevo esas gráficas a los inversores y se vieron oportunidades de negocio en un servicio que todavía no era tal, sólo una tecnología prometedora, para la que ni siquiera había terminales comerciales en que sustentar el servicio. La fuerte competencia en el mercado europeo de telecomunicaciones y el miedo a perder una oportunidad (sin bandas de frecuencias no hay servicio posible) hicieron el resto. Se apostó fuerte por lo que todavía no era viable comercialmente.

De los fracasos, ya que no se han podido o sabido evitar, lo mejor es aprender y, de momento, parece que sigue siendo válido que antes de comercializar un servicio hay que analizar qué

ofrece, a qué precio y quién lo puede pagar; después, una buena política comercial que elimine las barreras de entrada hará el resto. Mientras tanto, es posible que nuevas posibilidades de manera silenciosa estén «jugando» a favor de unos servicios y poniendo en peligro otros. La Voz sobre IP o la tecnología WIFI por ejemplo.

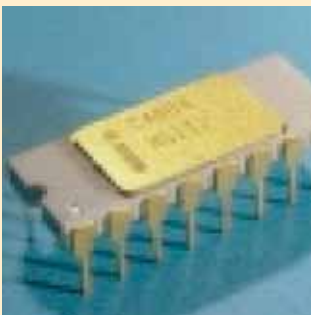
## Bibliografía

- Arthur D. Little (2005). *The Arthur D. Little Global Broadband Report. Update 2005*. Arthur D. Little.
- Brotman, Stuart N. (1987). *The Telecommunications Deregulation Sourcebook*. Artech House.
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (enero-febrero 1991). *Infraestructuras y Servicios Avanzados de las Telecomunicaciones en España. Análisis, diagnóstico y papel de las políticas públicas*. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
- Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (2005) «Informe Anual 2004». CMT.
- Eldib, Osman E. y Minoli, Daniel. (1995). *Telecommuting*. Artech House.
- Evans, David S. (1983). *Breaking Up Bell. Essays on Industrial organization and Regulation*. North-Holland.
- Fundación Auna (2005). *España 2005*. Fundación Auna.
- IDATE Foundation (2005). *DigiWorld 2005*. IDATE Foundation.
- OECD (2003). *Science, Technology and Industry Scoreboard*. OECD
- Pascual Ogueta, M.<sup>a</sup> Teresa (2004). *Tecnologías de la Información y Crecimiento Económico. Un reto para las empresas*. Círculo de Empresarios.
- Secretaría General de Telecomunicaciones (1994). *Aspectos Fundamentales de la Liberalización de las Telecomunicaciones*. Secretaría General de Telecomunicaciones.
- Telefónica (2005). *e-Soluciones de Banda Ancha. Una perspectiva tecnológica*. Telefónica.



Avance del cable telefónico submarino tendido entre Algeciras y Ceuta en 1924. Estas comunicaciones submarinas sólo servían para cortas distancias y no será hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando se logren alcanzar distancias mayores

# Breve cronología de la telecomunicación española





Repartidores de telégrafos en moto, formado en el muelle del Palacio de Comunicaciones, sede de la Dirección General de Correos y Telégrafos, ante la visita del entonces Jefe de Estado, Francisco Franco (Bahamonde y otros, 2002)

## Breve cronología de la telecomunicación española

# Pinceladas de telecomunicación en España

Domingo Martín de la Vega Fernández

## 1852-1854. Antecedentes

El año 1852 fue esencial para el futuro de las Telecomunicaciones en España. El ministro de la Gobernación encargó al director de los Telégrafos ópticos D. José María Mathé el asesoramiento sobre la Telegrafía Eléctrica y el estudio de la línea Madrid-Irún que, con un recorrido de 585 km, partía



D. José María Mathé dirigió la construcción y todos los aspectos relacionados con la primera red telegráfica eléctrica entre Madrid y las capitales de provincia

de Madrid, cruzaba las provincias de Guadalajara, Zaragoza, Navarra y Guipúzcoa y llegaba hasta la frontera de Francia, donde existían ya las líneas de este país. Posteriormente se construyó un ramal Alsasua-Bilbao de 111 km y más tarde se ordenó el estudio de un ramal Zaragoza-Barcelona.

Las estaciones en servicio en la línea eran Madrid, Alcalá de Henares, Guadalajara, Alcolea, Calatayud, Zaragoza, Tudela, Pamplona, Alsasua (ramal a Vitoria y Bilbao), San Sebastián e Irún.

Guadalajara cursó el primer telegrama por el nuevo sistema el 5 de junio de 1854; Zaragoza el 11 de agosto; Pamplona y Bilbao el 18 y 19 de octubre, respectivamente; San Sebastián el 22 de octubre e Irún el 27. El 8 de noviembre se transmitió el primer telegrama con París: el discurso de apertura de las Cortes Constituyentes realizado por la reina Isabel II.

## 1855-1864. Los años pioneros

El telégrafo óptico estuvo siempre al servicio exclusivo del Estado, pero el telégrafo eléctrico nació con carácter públi-

co para el interior del Reino el 1 de marzo de 1855 y el 17 de abril para toda Europa, atendiendo el deseo y mandato de la reina Isabel II (Real Orden de 25 de febrero).

Los resultados obtenidos en la línea Madrid-Irún aconsejaron al Gobierno hacer extensiva la telegrafía eléctrica a todo el país y las Cortes promulgaron una Ley, que sancionó Isabel II el 22 de abril de 1855, autorizando al Gobierno «*para plantear un sistema completo de líneas electro-telegráficas que pongan en comunicación a la Corte con todas las capitales de provincia y departamentos marítimos y que lleguen a las fronteras de Francia y Portugal*».

En dicha Ley se habla del Reglamento del Cuerpo de Telégrafos, que fue aprobado por Real Orden de 31 de marzo de 1856.

El 31 de julio de 1856 fue nombrado Director General de Telégrafos D. José María Mathé.

La construcción de más de 6.000 km de líneas telegráficas, en un país con escasas líneas de ferrocarril, fue una empresa ardua y difícil; no obstante, a finales de 1856 se disponía ya de 996 km de línea y existía comunicación entre Madrid y ocho capitales de provincia.

Paralelamente se había ido introduciendo en Alemania y Francia el sistema morse, que utilizaba el paso de una corriente eléctrica por un electroimán para accionar una pluma o lapicero que dejaba una marca en una cinta de papel. Morse adoptó un código que convertía las letras en combinaciones de puntos y rayas aplicando los signos más sencillos a las letras más usadas.

En 1857 se adoptó en España este sistema y a finales de ese año estaban entregadas, prácticamente, todas las líneas proyectadas en la Ley de 22 de abril de 1855; las líneas pendientes se entregaron en mayo de 1858, alcanzando la red de telegrafía eléctrica una longitud de 6.500 km.





Manipulador morse empleado para transmitir los impulsos de la telegrafía eléctrica codificando el operador las letras según el código morse



Receptor morse empleado para recibir mediante cinta impresa los impulsos de la telegrafía eléctrica que el operador convertía en letras según el código morse

En 1858 se abandonaron definitivamente las líneas de telegrafía óptica, aunque su uso siguió en líneas secundarias. El número de estaciones telegráficas era de 118.

Una vez realizada la red en estrella, con su foco en Madrid, se iniciaron los trabajos para constituir una red secundaria de caminos alternativos para las comunicaciones convirtiendo la estrella primitiva en una malla.

Durante 1858 se prepararon proyectos que se realizaron en los años siguientes.

El Estado vio en la telegrafía eléctrica un medio eficaz de centralización del poder; los empresarios se dieron cuenta de la importancia que tenía este nuevo medio de comunicación, que les permitía conocer las cotizaciones de una bolsa extranjera o los acontecimientos políticos; y los periodistas comprobaron que era el medio más útil para agilizar la publicación de las noticias.

La recaudación por telegramas fue aumentando desde los 6.000 reales en noviembre de 1855 hasta más de 300.000 reales en diciembre de 1858.

En 1859 comenzaron los estudios para tender una red de cables submarinos con las islas Baleares, siendo el cable más largo el que uniría Barcelona con Menorca, 355 km, pero en octubre la guerra con Marruecos obligó a aprovechar ese cable para tenderlo entre Tarifa y Ceuta. Sin embargo, los



Mapa de la Red Telegráfica a finales de 1858 que ya unía Madrid con las capitales más importantes del Reino



Mapa de la Red Telegráfica española a finales de 1863 que une Madrid con todas las capitales de provincia del Reino

fuertes temporales que se produjeron en el Estrecho a comienzos del nuevo año lo dañaron, quedando irrecuperable el 8 de enero, y habiendo funcionado sólo veinte días.

En mayo de 1860 se iniciaron de nuevo los trabajos de tendido de la red de cables submarinos a las Islas Baleares compuesta por cuatro cables: Valencia-Ibiza, Ibiza-Mallorca, Mallorca-Menorca y Menorca-Barcelona, junto a una red complementaria de líneas terrestres de 270 km.

El 1 de enero de 1861 apareció el primer número de la *Revista de Telégrafos*.

El 16 de enero de 1861 se acabó de tender el último cable de la red submarina de las Islas Baleares que uniría Mahón, en Menorca, con Barcelona.

Durante el año 1861 se instalaron 577 km de líneas nuevas.

A finales de 1862 la red había aumentado en un total de 704 km, alcanzando los 8.500 km mientras que el número de oficinas telegráficas había llegado a 172.

Durante 1863 se siguió con el incremento de red tendiendo 1.160 km de nuevas líneas y alcanzando un total de 194 oficinas abiertas al público.

En 1864 se produjeron varios cambios de Gobierno; al mismo tiempo el Director General de Telégrafos, Mathé, padeció una grave enfermedad y aunque logró recuperarse de ella el 19 de mayo, se jubiló el 13 de agosto. Durante los tres meses siguientes hubo tres Directores Generales distintos.

El 14 de diciembre se promulgaron dos Reales Decretos: uno que pretendía asimilar el Cuerpo de Telégrafos a los demás Cuerpos Civiles facultativos (aspiración pendiente desde la creación del Cuerpo) y otro que establecía la construcción de 2.747 km de nuevas líneas que costarían 7,6 millones de reales.

Para la puesta en marcha de la Red de Telegrafía eléctrica brilló con luz propia el brigadier D. José María Mathé que dirigió los trabajos de tendido y expansión de la Red de Telegrafía, organizó la prestación de los servicios telegráficos y dirigió la enseñanza del personal que debía ocuparse de los



La primera Conferencia Telegráfica Internacional se celebró en París en 1865 y en ella se creó la Unión Telegráfica Internacional, germen de la actual UIT

equipos telegráficos en unos tiempos en que la electricidad apenas se conocía.

## 1865-1874. El nacimiento de la UIT. Los años convulsos. El facsímil

El año 1865 parecía un buen año para la telegrafía eléctrica en España; un nuevo Reglamento que recogía las aspiraciones de los telegrafistas y la autorización para tender 2.747 km de nuevas líneas telegráficas habían sido aprobados el 14 de diciembre de 1864. Los constantes cambios de Gobierno hicieron difícil la realización de estas esperanzas. Las Cortes no asignaron ningún presupuesto para nuevas líneas y las nuevas plazas para telegrafistas no siguieron el nuevo Reglamento.

Durante 1864 el Gobierno imperial francés había enviado, a los principales países de Europa, invitaciones para asistir en París a una conferencia, que dio comienzo el 1 de marzo de 1865, encargada de negociar un sistema telegráfico internacional uniforme; aceptaron la invitación veinte Estados, entre ellos España y sus delegados se reunieron en París hasta el 17 de mayo de 1865, fecha en que se firmó el primer Convenio Telegráfico Internacional. Así nació la Unión Telegráfica Internacional que definió un «modus operandi» en las comunicaciones telegráficas de los Estados miembros, y que se mantiene hasta la actualidad a través de la UIT. Durante los ciento cuarenta años de su existencia la Unión ha ido adaptando la colaboración internacional a las tecnologías existentes en cada época.

Las líneas telegráficas de los veinte países de la Unión Telegráfica Internacional alcanzaban la cifra de 500.000 km.

A finales de 1865 se produjo una epidemia de cólera que acabó con la vida de varios telegrafistas, por lo que entre ellos se creó un Montepío para ayudar a las viudas.

Surgió la primera agencia española de noticias: la de Nilo Fabra, que se había acogido al Decreto de 30 de mayo de 1864, que autorizaba la concesión de estaciones telegráficas

a municipios y particulares, con la obligatoriedad de que a cargo de los aparatos estuviera siempre un funcionario del Cuerpo de Telégrafos.

En España, a finales de 1865, se contaba con una red de 11.000 km de líneas telegráficas y con 215 oficinas.

El 3 de enero de 1866, con motivo del pronunciamiento fallido del general Prim en Villarejo de Salvanés, se instaló una estación telegráfica en el Ministerio de la Guerra, actual Cuartel General del Ejército, precursora de los posteriores gabinetes telegráficos de los Ministerios. El «estado de sitio» duró hasta el 16 de marzo, periodo durante el cual resultaron dañadas las líneas de Andalucía, que se tuvieron que reparar.

El 19 de julio el nuevo Director General de Telégrafos descubrió en Telégrafos la existencia de más personal del contemplado en los presupuestos; el 22 de julio se anunció el cierre de 60 oficinas telegráficas, entre ellas La Junquera, enlace con las líneas francesas y el 9 de agosto se introdujo por Real Decreto la figura de supernumerario en Telégrafos, declarando a 123 funcionarios supernumerarios.

Todas las modificaciones efectuadas en el Reglamento fueron suprimidas por el Real Decreto, de 15 de septiembre de 1866.

Durante 1866 las Cortes, necesitadas de hacer grandes economías, siguieron sin asignar el presupuesto para el tendido de los 3.000 km de líneas telegráficas aprobadas a finales de 1864.

A finales de 1866 España disponía de 10.152 km de líneas telegráficas con un total de 156 oficinas. Un año más tarde estas cantidades habían aumentado alcanzando los 10.800 km y las 176 oficinas.

En 1867 apareció un nuevo servicio: el facsímil capaz de enviar un retrato o un dibujo o manuscrito a distancia a través de las líneas telegráficas; en la Exposición Internacional de París de dicho año el pantelégrafo de Caselli consiguió una medalla de oro transmitiendo y recibiendo un retrato de la emperatriz Eugenia de Montijo.

En la mencionada Exposición consiguió el premio de honor el teleimpresor Hugues, aparato para transmitir y recibir caracteres alfabéticos directamente.



Pantelégrafo de Caselli. Caselli inventó un equipo para transmitir imágenes por medio de los conductores de la red de telegrafía eléctrica (se hicieron pruebas con la fotografía de la emperatriz Eugenia de Montijo)



Vista en detalle del mecanismo que registraba las imágenes mediante un papel especial químico en el pantelégrafo de Caselli



Se necesitaban unos buques especiales para el tendido de los cables submarinos telegráficos; uno de los más importantes fue el *Great Eastern Telegraph*

Por Decreto de 5 de diciembre de 1866 se aprobó la unión de Cuba con Florida, a través de un proyecto de cable submarino presentado por la International Oceanic Telegraph Company, que, culminado en 1868, cedió su explotación a la Western Union Telegraph Company.

En abril de 1868 se celebró una nueva conferencia de la Unión Telegráfica Internacional en Viena que acabó el 21 de julio. En ella se admitieron como miembros a Persia y a la India y se decidió la creación de una Oficina permanente de la Unión en Berna (Suiza).

El 21 de septiembre dimitió el Gobierno como consecuencia de la «Revolución Gloriosa» que, triunfante el 29 de ese mismo mes, originaría el destronamiento de Isabel II, dando paso al sexenio progresista.

El Decreto, de 28 de noviembre, rebajó el precio de los telegramas a 4 reales cada 10 palabras «*para poder usarlos las clases más numerosas y necesitadas de sus servicios*».

A finales de 1868 había 11.137 km de líneas telegráficas y 179 oficinas.

En 1869 se decretó la fusión de los funcionarios de Correos y Telégrafos bajo la Dirección General de Comunicaciones.

Los cables submarinos de Baleares habían dejado de funcionar en 1865 y en 1870 se tendió un nuevo cable submarino Jávea-Ibiza y otro Alcudia-Ciudadela.

En 1870 la agencia de noticias de Nilo Fabra pasó a ser una filial de la francesa Havas.

En ese año la fiebre amarilla hizo estragos espantosos en la ciudad de Barcelona; el Gobierno autorizó a los funcionarios a abandonar la ciudad pero los Cuerpos de Correos y Telégrafos decidieron seguir atendiendo el servicio. Las empresas y prensa barcelonesas acordaron dedicarles un medallón de bronce de 20 cm expresando su reconocimiento.

El tráfico telegráfico privado en 1870, con motivo de la socialización del telégrafo con precios más bajos, fue del orden de tres veces el que había en 1860, alcanzando los 775.862 telegramas nacionales y los 214.606 telegramas internacionales.

En 1871 se volvieron a separar los servicios de Correos y Telégrafos.

El tráfico telegráfico nacional cursado en 1871 llega a los 980.364 telegramas.

En diciembre de 1872 un cable submarino unió Halmouth (Inglaterra) con Bilbao, línea controlada por la compañía Direct Spanish Telegraph Company.

El tráfico nacional cursado en 1872 llegó a los 1.115.279 telegramas.

En 1873 el Gobierno de Amadeo I envió a las Cortes un proyecto para la ampliación y reconstrucción de la red Telegráfica, proyecto tratado por el nuevo Gobierno de la República.

En 1873 la Eastern Telegraph Company, encargada de realizar el enlace entre Vigo y Lisboa, tendió un cable submarino desde Inglaterra, esta vez desde Porthcurno, hasta Vigo.

El tráfico telegráfico nacional cursado durante 1873 fue de 1.124.239 telegramas.

En 1874 la guerra carlista animó al Gobierno español a otorgar una concesión para una línea submarina entre Barcelona y Marsella que fuese capaz de garantizar la comunicación de Cataluña a la Ruber Gutta Percha and Telegraph Works Company de la India. Esta línea pasó a depender meses después de la misma compañía británica que había tendido el cable de Bilbao.

El número de telegramas cursados durante 1874 fue de 1.160.815.

## 1875-1884. El teleimpresor Hughes en España. La invención del teléfono. La mujer en Telégrafos

El 28 de enero de 1875 falleció en Madrid el Sr. Mathé, primer Director General de Telégrafos.

El año 1875 fue importante para Telégrafos. El proyecto de reconstrucción y ampliación de la red, iniciado en 1873

durante el reinado de Amadeo I por valor de 3 millones de pesetas, fue retomado por la República al perder éste el trono, y al disolverse ésta, lo pasó al Gobierno de la Restauración. Fue nombrado Director General Gregorio Cruzada Villamil que se mantuvo seis años en el cargo y que se implicó personalmente en dicha reconstrucción y ampliación.

Se instalaron en España cuatro teleimpresores Hughes que permitían obtener directamente en cinta la impresión de los telegramas en caracteres alfabéticos.



Teleimpresor Hughes, primer equipo que transmitía mediante un teclado e imprimía directamente en cinta los caracteres alfabéticos de los telegramas



Vista en detalle del teclado del teleimpresor Hughes, con el que el operador transmitía los caracteres del regulador de bolas para estabilizar mecánicamente la velocidad, y de otros mecanismos

Por la interrupción de las líneas terrestres como consecuencia de las guerras carlistas, se tendieron cables submarinos telegráficos entre Santander y Bilbao; Bilbao y San Sebastián; y San Sebastián y Fuenterrabía.

En Francia, Emile Baudot introdujo el código de cinco unidades, en el que cada letra del alfabeto estaba representada por una combinación especial de cinco impulsos de corriente o no corriente. Por cada letra se enviaban cinco impulsos a la línea telegráfica, que en el extremo receptor accionaban un juego de cinco relés. Combinó el uso del código de cinco unidades con la técnica múltiple de distribución en el tiempo, lo que permitía la transmisión de varias comunicaciones telegráficas por el mismo circuito.

A finales de 1875 había 12.259 km de líneas telegráficas y 215 oficinas; el número de telegramas cursados fue de 1.281.354.

El 14 de febrero de 1876 Alexander Graham Bell depositó en la Oficina de patentes de Estados Unidos una petición de inscripción previa del nuevo invento del teléfono dos horas antes de que lo hiciera su compatriota Elisha Gray.

Bell realizó la primera comunicación telefónica el 10 de marzo del mismo año y en julio presentó en la Exposición del Centenario de Filadelfia el primer prototipo telefónico. El invento causó profunda impresión en el emperador del Brasil, Don Pedro de Alcántara.

En 1877 quedaron unidos los cinco continentes por cables telegráficos submarinos con un total de 1.045 cables, la mayoría de ellos propiedad de Gran Bretaña.

Miguel Pérez Santano presentó en la *Revista de Telégrafos* su primer proyecto de sistema telegráfico dúplex.

La *Revista de Telégrafos* publicó un artículo sobre el «teléfono parlante» de Bell en marzo.

En La Habana, ciudad española entonces, se realizaron pruebas de comunicación telefónica entre el cuartel de



En la figura se representa un esquema de una comunicación telefónica. Las vibraciones de la voz, recogidas por el micrófono, se transmiten mediante hilos a un electroimán cuya lámina reproduce las vibraciones. En los primeros tiempos el teléfono se componía de dos piezas: el transmisor y el receptor

bomberos y el domicilio del industrial Muset, el 8 de octubre.

Las primeras pruebas de comunicación telefónica en la Península se realizaron en la Escuela Industrial de Barcelona en diciembre de ese mismo año. Días después, el empresario Dalmau en Gerona y el *Diario de Barcelona* hicieron pruebas entre Barcelona y Gerona, utilizando la línea telegráfica existente. El 30 de diciembre, el industrial Font realizó nuevas pruebas ante las autoridades y jefes de Telégrafos en la línea militar que unía la Ciudadela y Montjuich con un circuito de 4 km. El capitán general habló con el mayor de Montjuich.

El número de telegramas cursados en 1877 alcanzó los dos millones.

El 1 de enero de 1878 se hicieron ensayos entre Barcelona y Tarragona (100 km) utilizando los conductores del ferrocarril. Al día siguiente se probó la comunicación entre la Central de Telégrafos en Madrid y la estación situada en el Ministerio de la Guerra (2 km), comprobando que la comunicación era mucho más perfecta cuando se utilizaban dos hilos en vez de un solo hilo, como se hacía en telegrafía.

El día 4 se hicieron pruebas con Aranjuez (42 km) utilizando dos hilos de hierro y el 18 se instaló un teléfono entre los Reales Palacios de Madrid y Aranjuez para que la infanta, Doña María de las Mercedes, pudiera hablar con su futuro esposo: el rey Alfonso XII. Veintiséis días más tarde se comunicó con Manzanares (220 km) y el 13 de febrero con Andújar (400 km).

En 1878 había 15.406 km de líneas telegráficas que conectaban 352 oficinas.

En 1879 las oficinas de la Central de Telégrafos de Madrid situadas en los sótanos del Ministerio de la Gobernación, en el edificio de la Puerta del Sol, se trasladaron a un edificio propio contiguo, conocido como «antigua casa de Postas».

El número de oficinas a finales de año alcanzó la cifra de 359.

El 19 de marzo de 1880, Rodrigo Sánchez Arjona consiguió del Gobierno autorización para establecer una línea telefónica de 8 km desde su casa de Fregenal de la Sierra (Badajoz) hasta la dehesa de su propiedad «Las Mimbres», instalando dos teléfonos que había adquirido en París. El 28 de diciembre, el mismo señor logró establecer comunicación telefónica desde Fregenal con Sevilla y Cádiz a través de los hilos del telégrafo.

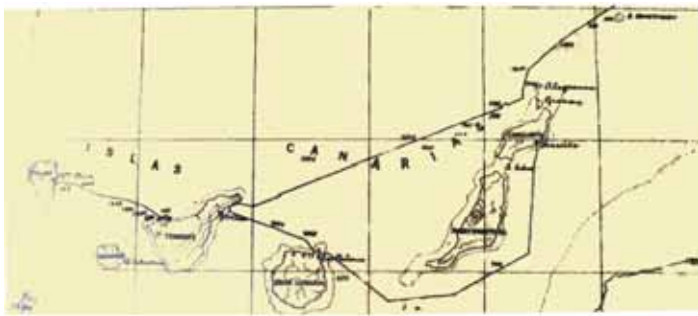
Por primera vez se admitió a las mujeres para cursar servicio telegráfico a finales de 1880. Los telegrafistas de las oficinas unipersonales podían contratar a sus familiares femeninos como «auxiliares».



Bell inventó en 1876 un nuevo sistema de comunicación que reproducía a distancia la voz de una persona que hablaba, el teléfono, del que puede verse la parte receptora en la imagen



A finales de 1880 se admitió por primera vez a las mujeres en Telégrafos.



La conexión telegráfica entre la Península y las Islas Canarias se hacía mediante cables submarinos que unían las islas entre sí y con Cádiz. Se acabaron de tender en 1884. En el mapa puede verse el recorrido de los cables insulares

En 1880 había en servicio en la Red Telegráfica 730 aparatos Morse y 19 Hughes.

En el mismo año el tráfico nacional cursado fue de 1.714.012 telegramas; el 85,8 por 100 del mismo se cursaba entre diez capitales: Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Málaga, Cádiz, Santander, Bilbao, Zaragoza y La Coruña. El tráfico internacional alcanzó los 488.417 telegramas, cursándose el 60 por 100 de ese tráfico con Francia, Gran Bretaña y Portugal.

El 20 de enero de 1881 empezó a prestar servicio en la oficina de Navas del Rey la primera mujer contratada como auxiliar. A finales de año había 16 mujeres contratadas.

El número de oficinas telegráficas llegó a 387.

En ese año David Edward Hughes inventó el micrófono de carbón mejorando el teléfono de Bell.

En 1882 se definió la telefonía como servicio público y se implantó el régimen de concesión de dicho servicio a través de un Real Decreto. En el mismo año, la Dirección General de Correos y Telégrafos creó en Madrid una red telefónica oficial que enlazaba los departamentos ministeriales y que se conserva hasta la fecha.

Se abrieron al servicio público las oficinas telegráficas de los ferrocarriles durante 1882; estas oficinas utilizaban aparatos de Breguet, incompatibles con los Morse de la red telegráfica y hubo que crear unas oficinas denominadas de enlace. Se alcanzó la cifra de 647 oficinas.

También en el mismo año se concedió a la Spanish National Submarine Telegraph Company Limited el tendido de un cable telegráfico submarino entre Cádiz y Canarias y varios

cables interinsulares. El tendido comenzó en 1883; instalando un primer cable entre Santa Cruz de la Palma y Garachico, al norte de Tenerife (128 km), un segundo entre Tenerife y Cádiz (1.590 km), que amarraba en Puerto de Santa María siguiendo hasta Cádiz por otro cable que cruzaba la Bahía y un tercero que unía Las Palmas de Gran Canaria con Santa Cruz de Tenerife (106 km).

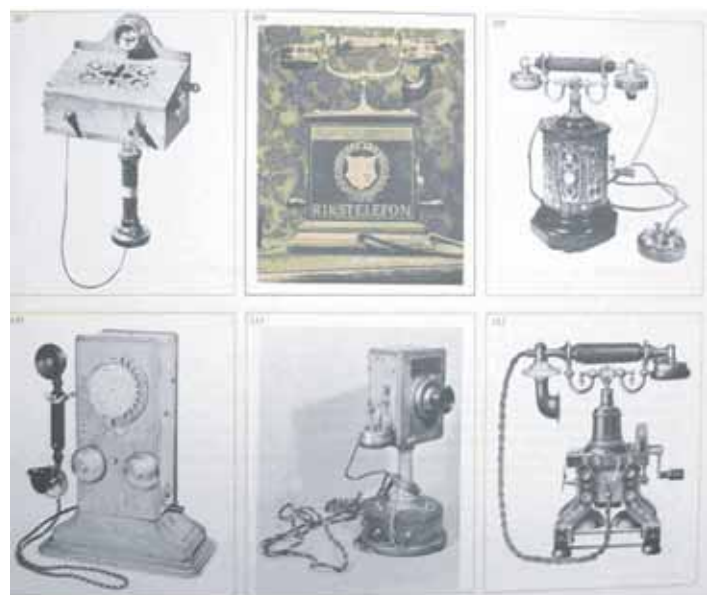
En 1884 se tendió otro cable telegráfico entre Las Palmas y Arrecife, en Lanzarote (304 km).

A través del Real Decreto de 10 de agosto se admitió a las mujeres (solteras o viudas) en la plantilla de Telégrafos.

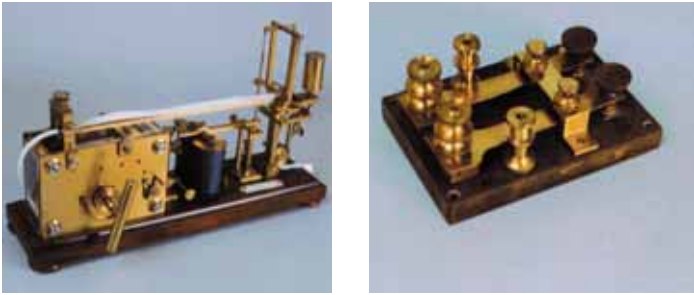
El 11 de agosto se estableció el monopolio del servicio telefónico a favor del Estado, a través de un Real Decreto.

## 1885-1894. La televisión. Las ondas hertzianas. El selector paso a paso. El cohesor. La huelga romántica de Telégrafos

En el año 1884 el alemán Paul Nipkow inventó el denominado disco de Nipkow que servía para dividir una imagen en líneas, fundamento de la televisión. Utilizó un disco con perforaciones en espiral para cada una de las líneas en las que dividía la imagen; el disco se situaba delante de una célula fotoeléctrica que apuntaba a la imagen. La señal se enviaba a un tubo de neón, que se iluminaba más o menos, según el brillo de la imagen, al que se anteponía otro disco con iguales perforaciones, totalmente sincronizado con el primero. La persistencia de las líneas en la retina recomponía la imagen original.



En la fotografía pueden verse distintos teléfonos usados en los primeros tiempos: desde los que constaban de dos piezas, hasta que se unieron receptor y emisor en una sola, así como también uno de los primeros teléfonos automáticos que usaba un disco para la conexión. La imaginación de los constructores iba unida a su buen gusto



Las comunicaciones telegráficas a través de cables submarinos exigían un tipo de comunicación a doble polaridad, que necesitaba el manipulador de la fotografía de la derecha. Las débiles señales recibidas sólo podían accionar el receptor especial de la fotografía de la izquierda llamado de sifón

En 1885 la Conferencia de la Unión Telegráfica Internacional celebrada en Berlín adoptó las primeras disposiciones en materia de telefonía internacional.

En este año el número de abonados telefónicos en España era de 797 correspondiendo 213 a las Redes Urbanas de Madrid y la cuota del servicio era de 600 pesetas al año.

A finales de 1885 había 18.219 km de líneas telegráficas y 914 oficinas.

El 13 de junio de 1886 el nuevo Gobierno volvió a poner la explotación del teléfono en manos privadas bajo el sistema de concesión pública, a través de un Real Decreto.

El 6 de agosto el Estado concedió la red telefónica de Madrid a la Sociedad de Teléfonos de Madrid, que se hizo cargo de la explotación desde la central de la calle Mayor, 1.

La Sociedad Española de Electricidad obtuvo la concesión de la red telefónica de Barcelona en septiembre del mismo año.

También la Compañía Peninsular de Teléfonos obtuvo la red de Bilbao y se concedieron nuevas explotaciones telefónicas en otras ciudades españolas.

Una Real Orden otorgó poder para supervisar e inspeccionar las instalaciones telefónicas privadas a la Dirección General de Telégrafos.

El número de abonados telefónicos en España en 1887 alcanzó los 2.312.

Durante este año y el siguiente Heinrich Hertz demostró la existencia y midió las características de las ondas electromagnéticas imaginadas por Maxwell; fue capaz de enviar desde un oscilador una onda electromagnética hasta una distancia de 6 metros siendo recogida por un receptor (Aro de Hertz). A estas ondas se las llamó ondas hetzianas y fueron la primera demostración práctica de las ondas radioeléctricas.

La Compañía Peninsular de Teléfonos obtuvo en 1888 las redes de Sabadell y Santander.

El número de oficinas telegráficas en 1889 llegó a las 1.039.

En 1890 Strowger, dueño de una funeraria en Kansas City, inventó un dispositivo conmutador llamado selector paso a paso que permitía la conexión telefónica automática para un grupo de cien abonados sin necesidad de operador.

En este año el físico francés Branly inventó el cohesor o detector de ondas hertzianas.

La Red Telefónica Oficial dependiente del Cuerpo de Telégrafos amplió su central para incluir cien abonados más; comenzó a instalar cable subterráneo y realizó un circuito telefónico interurbano entre Madrid y San Ildefonso de 160 km.

Por Real Orden de 18 de agosto se aprobó el tendido de los cables telegráficos que, partiendo de Tarifa y Almería en la Península, enlazaban con Ceuta, Melilla, islas Chafarinas, Alhucemas y Peñón de la Gomera. La compañía encargada de la fabricación y del tendido fue la italiana Pirelli, que había comenzado su andadura industrial en 1870 con la fabricación de cables telegráficos, y corrió a cargo del buque cablero de esta compañía: *Città di Milano*.

El Real Decreto de 11 de noviembre de 1890 reorganizó el servicio telefónico mediante una explotación de tipo mixto: explotación directa por el Estado y, en su defecto, concesión.

Dos días después se constituyó la Sociedad General de Teléfonos de Barcelona S.A.

En 1890 había 29 redes telefónicas funcionando en España y sólo una en poder del Estado.

El tráfico telegráfico seguía aumentando; en 1890 se cursaron 3.202.905 telegramas nacionales y 1.151.016 telegramas internacionales.

En 1891 entraron en servicio los cables submarinos telegráficos: Algeciras-Ceuta (72 km), Almería-Melilla (227 km), Melilla-Chafarinas (38 km), Melilla-Alhucemas (158 km) y Alhucemas-Peñón de la Gomera (69 km).

En 1891 se tendió por el Canal de la Mancha el primer cable submarino de 120 pares para servicio telefónico que posibilitaba las comunicaciones entre París y Londres.

El Real Decreto de 18 de marzo de 1891 dividió la Península en cuatro zonas telefónicas, a efectos de la concesión y subasta de las redes interurbanas, delimitadas por líneas imaginarias con centro en Madrid. La red del Nordeste,



El comienzo y el final del tendido de un cable submarino habían de hacerse en el punto en que el mar toca tierra y era una operación laboriosa que exigía personal entrenado

comprendida entre las líneas ideales Madrid-Bilbao y Madrid-Valencia, que contemplaba la obligación de unir telefónicamente, en el plazo de un año, las ciudades de Bilbao, San Sebastián, Vitoria, Pamplona, Zaragoza, Barcelona y Valencia. La red del Sureste, limitada por los ejes Madrid-Valencia y Madrid-Málaga, debía conectar en iguales condiciones las ciudades de Alicante, Albacete, Murcia, Cartagena, Almería y Granada. La red del Suroeste, comprendida entre Madrid-Málaga y Madrid-Cáceres, enlazaría Madrid con Málaga, Sevilla, Córdoba y Cádiz. La red del Noroeste, debía conectar Madrid con Avila, Valladolid, Salamanca,

Burgos, Santander y La Coruña. Los derechos de las conexiones internacionales con Francia y Portugal correspondían a las redes Nordeste y Suroeste, respectivamente.

Con ánimo de hacer «economías» se dispuso que Telégrafos se encargase de los Servicios Postales en las capitales de provincia. El Real Decreto de 12 de agosto de 1891 creó el Cuerpo de Comunicaciones que englobaba a Correos y Telégrafos.



La falta de sensibilidad de los políticos con el personal del Cuerpo de Telégrafos ocasionó la primera huelga desde el 20 de junio de 1892. La nación quedó paralizada. El 24, el Comité de Huelga llamado «Los doce Apóstoles», que se ve en la fotografía, se reunió con Romero Robledo que conocía y estimaba a Telégrafos y se comprometió a elevar sus quejas sin represalias al Presidente del Consejo de Ministros, Cánovas

Telégrafos opuso resistencia por la distinta forma de ingreso y organización de ambos Cuerpos; se creó la Junta de Defensa del Cuerpo de Telégrafos que expuso al ministro de la Gobernación, Sr. Elduayen, las aspiraciones del personal el cual, además de hacer caso omiso a los problemas telegráficos, se expresó después en los siguientes términos: «Si eso no es un Cuerpo, sino una cuerpa».

El latigazo cruzó la cara del Cuerpo de Telégrafos y éste adoptó digna posición. Estalló una huelga de aparatos parados: la suspensión total y absoluta del curso de los telegramas desde el lunes 20 de junio de 1892 a las seis de la mañana hasta el día 24 a las siete y media de la tarde.

La noche del 20 de junio el Gobierno amenazó con disolver por Ley el Cuerpo de Telégrafos y después con la militarización, pero la huelga continuó hasta que el comité de huelga llamado «Los doce Apóstoles» se reunieron con Romero Robledo y éste se comprometió a elevar sus quejas y la ausencia de represalias al Presidente del Consejo de Ministros: Cánovas. Las consecuencias de la huelga fueron la dimisión del ministro Elduayen y cuatro meses más tarde el nuevo ministro de la Gobernación Raimundo Fernández

Villaverde decretó la suspensión del Cuerpo de Comunicaciones, separando a Correos y Telégrafos.

En este año el telegrafista Miguel Pérez Santano inventó su sistema dúplex y el americano Hayes propuso un sistema de batería central, que permitía a los abonados telefónicos ser alimentados desde la central sustituyendo la batería local usada en el aparato del usuario.

En 1893 Lodge patentó la bobina de inducción mejorando las pruebas de Hertz.

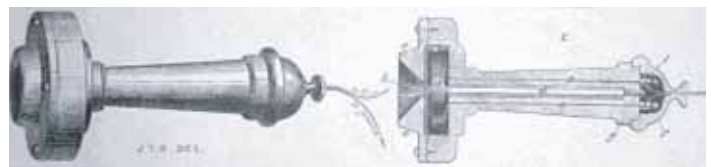
## 1895-1904. La telegrafía sin hilos (la radio). El tubo de Braun. La Guerra con Estados Unidos. El diodo

En 1895 Richards inventó la bobina híbrida que permitió resolver la conexión entre el micrófono y el auricular, con dos hilos cada uno, en una conexión de sólo dos hilos bidireccionales.

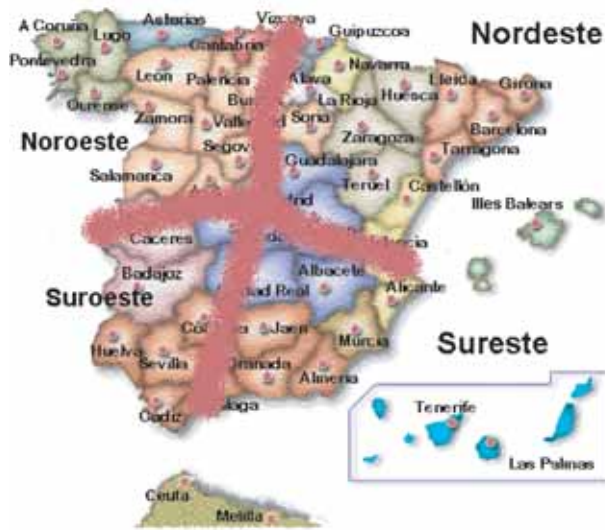
La compañía británica Cuba Submarine Telegraph Company puso en funcionamiento cables submarinos telegráficos entre Batabana-Cienfuegos (254 km), Cienfuegos-Casilda (74 km), Casilda-Tunas (Cuba) (52 km), Tunas-Júcaro (Cuba) (85 km), Júcaro-Santa Cruz (Cuba) (150 km), Santa Cruz-Manzanillo (Cuba) (109 km), Manzanillo-Cape Cruz (Cuba) (150 km) y Cape Cruz-Santiago de Cuba (257 km).

El ruso Alexander Popov, basándose en los experimentos de Lodge, construyó un receptor de ondas hertzianas en 1896 utilizando un alambre exterior como antena.

En 1897 en España se habían otorgado cuarenta y dos concesiones de redes telefónicas a compañías privadas, entre las que destacaban por el número de abonados la Sociedad General de Teléfonos de Barcelona con 2.479 abonados, la Compañía Peninsular de Teléfonos, con cinco concesiones relativas a la red de Bilbao con 1.078 abonados, Mataró con 61, Sabadell con 343, Santander con 299 y Valls con 17, la Compañía Madrileña de Teléfonos con 1.681 abonados y la de Antonio Mompó en Valencia con 961.



Los primeros teléfonos tenían un micrófono y un receptor independientes siendo necesario usar las dos manos para hablar por él. En 1895 el invento de la bobina híbrida permitió unir los dos en una sola pieza. En la figura de arriba se aprecia un teléfono y en la de la izquierda la forma en que se utilizaba



En 1891 se dividió España en cuatro zonas (Nordeste, Noroeste, Sureste y Suroeste) a efectos de la concesión y subasta de las líneas de telefonía. Esta división se mantuvo hasta 1924



Carl Ferdinand Braun inventó en 1897 el tubo que llevaría su nombre y que se utilizaría posteriormente para el tubo de cámara de televisión electrónica y el tubo receptor de televisión electrónica

Carl Ferdinand Braun en 1897 inventó el osciloscopio catódico o tubo de Braun, antecesor del cinescopio y del tubo de imagen de televisión.

También en 1897 Guglielmo Marconi desarrolló un sistema capaz de transmitir y recibir señales electromagnéticas



El dibujo de la izquierda representa un operador de la estación telegráfica emisora manejando el manipulador morse para transmitir un telegrama y el de la derecha un operador de la estación telegráfica receptora recibiendo el telegrama en código morse en cinta y traduciendo el código a papel mientras enrolla la cinta con la rueda envolvente. En ambas estaciones pueden verse los elementos adicionales –baterías, rueda envolvente etc.– además del manipulador y receptor morse



Marconi, que en 1897 había patentado un sistema de telegrafía sin hilos, realizó en 1901 una prueba de transmisión telegráfica trasatlántica sin hilos entre Cornualles y Terranova. (3.500 km). La antena en Terranova se elevaba lo más alto posible mediante una cometa. Marconi dirigió las pruebas. En la fotografía superior se aprecia la cometa y a Marconi. En la fotografía de la derecha se ve el emisor de Marconi en Polohu (Cornualles)



mediante la combinación de un receptor basado en la antena de Popov y el cohesor de Branly, con un emisor que transmitía las señales mediante la descarga de un condensador. Marconi eligió por su sencillez el alfabeto morse como lenguaje de las señales electromagnéticas. El 20 de julio fundó en Londres la Wireless Telegraph and Signal Company.

Los Estados Unidos declararon la guerra a España en 1898 y los marinos estadounidenses cortaron los cables submarinos telegráficos en la costa cubana, cerca de Cienfuegos, para dejarla incomunicada con la Península. Al final de la guerra España perdió Cuba, Puerto Rico y Filipinas.

Al comienzo de 1900 la red telegráfica española seguía siendo fundamentalmente en estrella con centro en Madrid; sin embargo, a partir de esta fecha se hizo hincapié en construir líneas telegráficas que enlazasen ciudades importantes de la periferia sin pasar por Madrid como Barcelona, Valencia, Sevilla y La Coruña.

En este año Pupin patentó un método para reducir la atenuación de las líneas telefónicas aumentando la autoinducción de los conductores mediante la introducción de bobinas de inducción distribuidas uniformemente a lo largo de los conductores; ello facilitó la construcción de líneas telefónicas interurbanas de larga distancia.

En 1900 existían 29.030 km de líneas telegráficas y 1.491 oficinas. El número de aparatos era de 1.238 Morse y 88 Hughes. El tráfico cursado durante ese año fue de 3.779.389 telegramas nacionales y 1.177.643 telegramas internacionales.

Marconi resolvió el problema de la sintonización entre emisor y receptor en 1901; el 12 de diciembre desde Cor-





Para evitar el intento de Marconi de monopolizar las comunicaciones radioeléctricas se celebró en Berlín en 1903 la conferencia preliminar de radio a la que asistió Popov y que determinó los deberes y obligaciones de las estaciones costeras y de los barcos



En 1904 Sir Ambrose Fleming inventó el primer prototipo (diodo) de las válvulas de radio de vacío colocando una placa en una lámpara de Edison que servía para detectar las ondas electromagnéticas con más precisión que el cohesor

nualles (Gran Bretaña) envió la primera señal radiotelegráfica (letra S) que se recibió más allá del Atlántico, en Terranova, a 3.500 km de distancia. La «telegrafía sin hilos» había nacido y se habían puesto las bases para las comunicaciones radioeléctricas posteriores.

El español Julio Cervera, coronel de Ingenieros, se ocupó de la aplicación de las ondas electromagnéticas con fines militares: explosión de minas a distancia, gobierno de torpedos y telegrafía sin hilos; a finales de 1901 realizó pruebas entre Tarifa y Ceuta con antenas de 48 metros.

El príncipe Heinrich de Prusia, cuando atravesaba el Atlántico de regreso de una visita a Estados Unidos en 1902, quiso mandar un mensaje de cortesía al presidente Roosevelt y se le negó el servicio porque el aparato del barco no procedía de la misma fábrica que el de la estación

costera con la que intentaba comunicar.

Se celebró la Conferencia Preliminar Radioeléctrica en Berlín en 1903, que trató de cortar el intento que estaba haciendo Marconi para monopolizar las comunicaciones radioeléctricas, al ordenar a sus operadores que no cruzaran señales con otras estaciones que no tuvieran operadores de Marconi. En la Conferencia, a la que asistió Popov, se estipuló que *«las estaciones costeras estarán obligadas a recibir telegramas de barcos en alta mar y a transmitir telegramas a ellos destinados, sin distinción alguna por razones del sistema radioeléctrico por ellas utilizado»*.

También en ese mismo año se celebró una Conferencia Telegráfica de la UTI en Londres, que modificó el Reglamento Teleográfico con la inclusión de quince artículos sobre telefonía y con el consejo de usar el Morse sólo para las líneas de poca actividad, el Hughes para las de mayor actividad y el Baudot u otro equivalente para las que cursaban más de 500 telegramas diarios.

El 9 de junio de 1903 un nuevo Real Decreto modificó el Reglamento del servicio telefónico; se establecieron restricciones a las líneas particulares que no podrían conectarse con las redes urbanas ni con las estaciones telegráficas de uso público.

La Compañía Peninsular de Teléfonos obtuvo en abril de 1904 las concesiones de las redes telefónicas de Palamós y Martorell.

Sir John Ambrose Fleming, ese mismo año, inventó la lámpara de vacío conocida como diodo colocando una placa en una lámpara de Edison, primer prototipo de los tubos de radio.

## 1905-1914. La señal de socorro SOS. El triodo y el detector de galena. El Baudot en España. El mundo en guerra

El Decreto de 21 de mayo de 1905 dio origen a la radiotelegrafía en España mediante la constitución de una Comisión mixta integrada por los Ministerios de Gobernación, Marina y Guerra.

El Cuerpo de Telégrafos estableció en este año la primera comunicación radiotelegráfica destinada a servicio público por telegrafía sin hilos entre La Coruña y Ferrol, dedicada preferentemente a cursar el servicio del *Diario Ferrolano*.

A finales de 1905 había 33.077 km de líneas telegráficas y 1.664 oficinas. El número de abonados telefónicos entre Telégrafos y las compañías concesionarias alcanzaba los 16.519.

El 8 de enero de 1906 se estableció en Madrid el servicio de conferencias telefónicas desde los domicilios, lo que evitaba desplazamientos a la central telefónica interurbana.

En ese mismo año, con motivo de la boda de Alfonso XIII con Victoria Eugenia el Cuerpo de Telégrafos regaló a la reina un teléfono realizado en sus talleres.

También se organizó una Conferencia en Berlín con la participación de 27 países en la que se adoptaron los acuerdos de 1903 para las comunicaciones radioeléctricas y una Convención idéntica a la de la Unión Telegráfica Internacional y se convino que ambas tendrían una oficina administrativa



Detalle del teclado de emisión del primer equipo práctico teleimpresor de telegramas en cinta

común. En esta Conferencia nació la señal SOS como señal de socorro que en Morse es ···----- España se adhirió a los acuerdos adoptados.

En 1907 se iniciaron las obras de construcción del Palacio de Comunicaciones en Madrid.

El norteamericano Lee de Forest en ese mismo año introdujo entre el filamento y la placa del diodo de Fleming una rejilla; al nuevo invento le llamó audiión, aunque se generalizó el nombre de triodo que además de la detección de la señal inalámbrica recibida permitía su amplificación.

También en 1907 Greenleaf Wittier Pickard descubrió que podía detectar ondas electromagnéticas con cristales de galena y patentó un detector que llamó *perickon*.

La Comisión mixta creada en 1905 dio como resultado la Ley de 26 de octubre de 1907 que autorizaba al Gobierno a poner en marcha del servicio radioeléctrico.

En España el número de teléfonos en 1907 alcanzó la cifra de 18.723.

El primer *Boletín Oficial* del Cuerpo de Telégrafos se publicó el 20 de enero de 1908.

El Decreto de 24 de enero fijaba las bases y el Reglamento para el servicio radiotelegráfico en España; determinaba el monopolio del Estado para la explotación de todos los sistemas y aparatos de la telegrafía sin hilos y estipulaba la creación de la primera red con 24 estaciones costeras, 2 de primera clase en Cádiz y Santa Cruz de Tenerife, con alcance de 1.600 km; cinco de segunda clase en Tarifa, Menorca, Cabo de Gata, Cabo de Finisterre y Cabo San Antonio, con alcance de 400 km y diecisiete estaciones de tercera clase, con alcance de 200 km.

En 1908 se instalaron en España dos aparatos de telegrafía múltiple Baudot como los de la fotografía, que permitían el envío simultáneo por una línea de cinco comunicaciones telegráficas



En 1906 el Cuerpo de Telégrafos regaló a la reina Victoria Eugenia el teléfono especial que se ve en la fotografía, realizado en sus talleres

construyó tres estaciones: Las Palmas, Tenerife y Cádiz.

Las redes telefónicas de Madrid, Barcelona y Tarragona pasaron a ser explotadas por la Compañía Peninsular de Teléfonos en 1908.

El Decreto de 17 de septiembre autorizó la participación de los Ayuntamientos en las subastas de las redes telefónicas urbanas con el derecho de tanteo sobre el mejor licitador; al amparo de esta norma comenzaron a funcionar la concesión a la Diputación de Guipúzcoa, para la explotación de la red telefónica interurbana provincial mediante la Ley de 25 de noviembre, por un periodo de 35 años; y la que se otorgó al Ayuntamiento de San Sebastián el 1 de diciembre para explotar la red urbana.

En este año de 1908 se instalaron en Telégrafos dos aparatos Baudot que se mantuvieron fuera de servicio durante dos años para formación de los operadores.

En 1909 se dividió España a efectos de telefonía en tres zonas: Nordeste, Noroeste y Sur reuniendo las zonas del sureste y suroeste de 1891 y 1897 en una sola. El servicio telefónico sólo se había desarrollado en la zona del Nordeste asignada a la Compañía Peninsular.

Ese año durante la Semana Trágica de Barcelona los revolucionarios cortaron las líneas, pero los telegrafistas mantuvieron el servicio por el cable submarino telegráfico Barcelona-Baleares-Alicante.

El 14 de junio se promulgó la Ley de Bases para la reorganización de Correos y Telégrafos.

En julio de 1909 se construyó la red internacional telefónica Madrid-Zaragoza-San Sebastián-Irún y en diciembre del mismo año la variante Zaragoza-Barcelona-Gerona-Port Bou uniendo la red telefónica española con la europea.

El número de abonados telefónicos en este año en España era de 21.239 de los cuales 10.202 lo eran de la Compañía Peninsular.

Matías Balsera consiguió en 1910 la comunicación permanente de una emisora fija con un tren en marcha utilizando un transmisor de corto alcance.



En 1907 Lee de Forest introdujo entre el filamento y la placa del diodo de Fleming una rejilla con la que controlaba el flujo de los electrones y podía amplificar las señales. Aunque Lee de Forest le llamó audiión se popularizó enseguida el nombre de triodo



En 1907 Greenleaf Wittier Pickard patentó un detector de ondas electromagnéticas utilizando cristales de galena, al que llamó *perickon*, que puede verse en la fotografía. Durante la Segunda Guerra Mundial jugaría un papel importante en Inglaterra en la detección de ondas de radar

En 1910 había funcionando en España 12 equipos Baudot que permitían multiplicar por cuatro el rendimiento de un conductor y recibían los telegramas impresos en caracteres alfabéticos.

Ese año existían en España 49.934 km de líneas telegráficas y 1.902 oficinas; los telegramas nacionales cursados fueron 3.726.087. *Telégrafos* disponía de 1.440 Aparatos Morse, 249 Hughes y 12 Baudot.

La Compañía concesionaria del servicio de telegrafía sin hilos incumplió el contrato, por lo que el Gobierno autorizó el 24 de agosto de 1911 el traspaso de la concesión a la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos.

El 1 de enero de 1912 se inauguró el servicio telefónico internacional con Francia, explotado por el Estado.

El 27 del mismo mes el rey Alfonso XIII inauguró la primera estación radioeléctrica de España en Aranjuez construida por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos.

La Compañía Peninsular de Teléfonos absorbió en 1912 a la Compañía Ibérica de Redes Telefónicas que tenía las concesiones de Cádiz, Jerez, Murcia y Vitoria.

En abril el salvamento de 710 personas del naufragio del *Titanic*, gracias a que el radiotelegrafista Jack Phillips mantuvo su equipo en funcionamiento hasta el último instante de su vida transmitiendo la señal de socorro SOS y la posición del barco por telegrafía sin hilos al *Carpatia*, demostró al mundo la utilidad de la radiotelegrafía para el salvamento en el mar.

Se produjo una avería en el cable submarino de Canarias en marzo que se reparó en septiembre; la comunicación telegráfica fue sustituida por la radiotelegráfica y el número de radiotelegramas llegó a los 75.505.

Por Real Decreto de 3 de junio de 1913 se creó la Escuela General de Telegrafía y el 23 de octubre de ese mismo año se aprobó el nuevo Reglamento Orgánico del Cuerpo de Telégrafos.

El número de radiotelegramas en 1913 fue de 25.632.

El 2 de enero de 1914 se creó el servicio de telegramas de madrugada, autorizando a la Compañía Peninsular de Telé-



En las fotos pueden verse varios teléfonos antiguos en los que el micrófono y el receptor constituían piezas separadas, si bien se había adaptado la ergonomía para tener que usar sólo una mano poniendo el emisor a la altura de la boca o el receptor a la altura del oído. Puede verse la magneto de llamada a la operadora y el timbre de llamada



En las estaciones telegráficas con varias líneas empezó a usarse el conmutador de barras cruzadas, llamado suizo, que conectaba mediante una clavija las líneas que entraban por una barra con los equipos telegráficos (manipulador y receptor morse) que entraban por la otra. El conmutador de la fotografía prestó servicio en Vilafranca del Penedés (Barcelona)



La señal telegráfica morse que llegaba al receptor se hacía pasar por un electroimán que accionaba una armadura solidaria de un tubo hueco que golpeaba un tornillo produciendo un ruido característico en los puntos y rayas que permitía a un operador experimentado la recepción a oído. El acústico de la fotografía prestó servicio en Barcelona

fonos para establecer el servicio de telefonemas de madrugada el 16 de junio.

El 30 del mismo mes se aprobó el Reglamento para el establecimiento y explotación del servicio telefónico. Se creó el servicio de telefonemas expedidos por las compañías concesionarias del servicio telefónico y se introdujo la categoría de servicio provincial que enlazaba los pueblos de una misma provincia, uniendo las redes telefónicas con las redes telegráficas del Estado.

El 17 de julio de 1914 se estableció la primera comunicación radioeléctrica con Gran Bretaña.

Los radiotelegramas llegaron a 26.639 en 1914.

Los principales países europeos estaban confrontados en la Primera Guerra Mundial.

## 1915-1924. El receptor superheterodino. Huelgas en Telégrafos. La Ingeniería de Telecomunicación. El Giro. La Compañía Telefónica Nacional de España. La radiodifusión

El 23 de febrero de 1915 se aprobó el Reglamento Orgánico del Cuerpo de Telégrafos.

El 13 de abril se autorizó el tendido de sendos cables telegráficos submarinos de Cádiz a Larache y de Tánger a Tarifa así como varios cables con Ceuta.

El 9 de septiembre de 1915 se autorizó a la Mancomunidad de Cataluña a instalar y explotar una red telefónica interurbana que uniera los pueblos de las cuatro provincias mancomunadas.

En este año las concesiones del servicio telefónico eran 89, de las que 27 correspondían a la Compañía Peninsular que

era la compañía telefónica privada más importante del país. En 1915, esta Compañía se hizo cargo de las tres zonas: Nordeste, Sur y Noroeste para garantizar la conexión interurbana de las distintas redes locales existentes. Los abonados telefónicos llegaron a 39.621.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos llegó a los 16.952 radiotelegramas.

En 1915 se disponía de 47.131 km de líneas telegráficas y 2.290 oficinas.

El 24 de enero de 1916 se creó el servicio de telegramas comerciales.

En este año funcionarios de Telégrafos compraron la red telefónica urbana de Valdepeñas y la cedieron al Estado como regalo para demostrar la rentabilidad del servicio.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 29.560 radiotelegramas en 1916.

El número de telegramas nacionales cursados por Telégrafos en este año fue de 6.257.319.

El 17 de marzo Francos Rodríguez, Director General de Correos y Telégrafos, presentó un proyecto de Ley de Telefonía Nacional que fundaba un Instituto Nacional de Telefonía encargado de la creación, gestión y desarrollo de la red telefónica nacional rescatando las concesiones, conforme fueran caducando; su coste era de 67 millones de pesetas. Sin embargo, el proyecto no prosperó.

En junio de 1917 los funcionarios de Correos y Telégrafos establecieron su Junta de Defensa.

El 20 de octubre comenzó a funcionar el servicio de telegramas diferidos.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 33.010 radiotelegramas en 1917.

Ese año Lucien Levy inventó en Francia el receptor de radio superheterodino.

En 1918 la Junta de Defensa de Telégrafos solicitó un aumento de casi dos millones para plantillas y otro millón para la construcción de líneas: la internacional de



La señal telegráfica morse que llegaba al receptor se hacía pasar por un miliamperímetro además del acústico. La fotografía representa el miliamperímetro y el receptor morse de la oficina de Sitges actualmente en la Sala de Reuniones de Correos de Barcelona



El desarrollo de la telefonía llevó a utilizar centrales manuales en las oficinas que permitían conectar a cualquier abonado que llamase con el llamado mediante una operadora. La central de la derecha prestó servicio en Barcelona



Lisboa por Badajoz y la de Barcelona a Valencia. Después de llegar a acuerdos con Hacienda, un error hizo que en la Ley de Autorizaciones no estuviese la partida de aumento del personal de Telégrafos aunque sí se concedió a Correos.

El 13 de marzo de 1918 los funcionarios de Telégrafos se declararon en huelga. El Gobierno actuó: el mismo día los hizo pasar a depender del Ministerio de la Guerra y el presidente del Consejo autorizó a este Ministerio a disolver los Cuerpos de Correos y Telégrafos, disolviendo las Juntas de Defensa dos días después y exigiendo un certificado para cobrar los haberes el día 18. La Huelga se extendió a Hacienda y a otros Ministerios. La situación llegó al límite el día 22 y al día siguiente renació la calma con la dimisión del Ministro de la Guerra (de la Cierva) y del Ministro de Gobernación y por Real Decreto se derogaron los Decretos de 13 y 18 de marzo.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 71.637 radiotelegramas en 1918.

En este año Bell System diseñó un sistema de transmisión telefónica denominado de «alta frecuencia» que permitía enviar tres canales, más el normal, por las líneas telefónicas cuadruplicando su capacidad.

El 10 de marzo de 1919 se inauguró el servicio público radiotelegráfico España - Gran Bretaña.

Cuatro días después los Reyes de España inauguraron el Palacio de Comunicaciones en Madrid.

El 22 de abril, nombrado de nuevo como Ministro de Gobernación de la Cierva, los funcionarios de Telégrafos abandonaron el



La señal telegráfica necesitaba de pilas en sus comienzos para su funcionamiento. Una de las más utilizadas fue la pila Fery de la fotografía, con ánodo de carbón y cátodo de zinc sumergido en una disolución de cloruro amónico. La pila de la fotografía prestó servicio en Girona



En la fotografía podemos ver al inventor del receptor de radio superheterodino en 1917. La radiofrecuencia se mezclaba con un oscilador local produciendo una frecuencia intermedia que al ser constante permitía su amplificación de forma sencilla



Es muy notable la cantidad de soluciones ergonómicas que se desarrollaron para facilitar el uso del teléfono. En la fotografía pueden verse algunas de ellas

trabajo siguiendo en el puesto, produciendo la total paralización de los servicios telegráficos en España; ese mismo día se dispuso por Real Decreto la suspensión de empleo y sueldo de los funcionarios que no prestasen servicio. El día 28 un nuevo Decreto lo dejó sin efecto y la huelga acabó con la separación del servicio de veintiún funcionarios telegráficos.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 131.922 radiotelegramas ese año.

Las concesiones telefónicas en 1920 eran 93, llegando a los 62.085 abonados; 35 concesiones las explotaba la Compañía Peninsular, con 33.854 abonados, 8 centros eran explotados por Ayuntamientos y la Mancomunidad de Cataluña, con 5.651 abonados y 110 centros eran explotados por Telégrafos con 8.135 abonados.

El Decreto de 22 de abril de 1920 redefinía la Escuela Oficial de Telegrafía y creaba el título de Ingeniero de Telecomunicación.

En la primavera de este año, se concedió el reingreso a los 21 funcionarios telegráficos separados del servicio en 1919, sin merma de sus derechos, y por Decreto de 13 de octubre, se concedió el reingreso a los funcionarios del grupo de los 21 que todavía no lo hubiesen hecho.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 175.070 radiotelegramas en 1920.

Telégrafos disponía en 1920 de 2.280 equipos: 1.756 Morse, 303 Hughes y 26 Baudot.

En 1920 había 51.934 km de líneas telegráficas y 2.808 oficinas que cursaron un total de 10.858.377 telegramas nacionales.

En este año se fundó en Estados Unidos la Internacional

Telephone and Telegraph (ITT) que llegó a ser la empresa líder en las telecomunicaciones internacionales.

A finales de 1921 caducó la concesión telefónica de la red de Barcelona, que se encontraba en mal estado y fue gestio-



Teléfonos manuales antiguos de lujo de la marca Ericsson que ya presentan unidos el micrófono y el receptor en una sola pieza y en los que puede verse el timbre de llamada y la magneto para llamar

nada por Telégrafos a través de un régimen autónomo; en menos de dos años la red fue remozada, dio buen servicio y resultó rentable.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 137.776 radiotelegramas en 1921.

En este año salió de la Escuela la primera promoción de Ingenieros de Telecomunicación.

En enero de 1922 se trasladaron los servicios telegráficos al Palacio de Comunicaciones.

Ese mismo mes la red telefónica de Sevilla fue incautada por el Estado por su desastroso funcionamiento y pasó a ser gestionada por Telégrafos, que la saneó en poco tiempo.

En ese año se fundó en Barcelona la Compañía Bell que fabricaba productos telefónicos.

El 19 de agosto se autorizó por Decreto el servicio de giro telegráfico. El número de giros telegráficos expedidos ese primer año del servicio fue de 299.545.

El 5 de diciembre se constituyó la Compañía Española de Teléfonos Ericsson que explotaba la concesión de la red de Valencia.

El 23 de enero de 1923 se puso en servicio el telegrama de lujo.

El Decreto de 27 de febrero consideró el servicio radiotelegráfico y radiotelefónico como monopolio del Estado que podía ser explotado directamente o mediante concesiones.

El 12 del mes siguiente se aprobó el Reglamento del giro telegráfico.

El 15 de septiembre la Mancomunidad de Cataluña instaló en Balaguer (Lérida) la primera central telefónica automática paso a paso tipo Strowger.

El 27 de octubre de 1923 se reconoció por Real Orden al Ayuntamiento de San Sebastián el derecho a explotar a perpetuidad la red telefónica urbana.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 172.246 radiotelegramas en este año.



En la foto pueden verse las personas de la primera promoción de Ingenieros de Telecomunicación que salió en 1921 de la Escuela Oficial de Telegrafía



Hasta 1924 Telégrafos tenía abonados telefónicos y desarrollaba el servicio telegráfico. La fotografía representa una oficina de aquellos tiempos en que el mismo operador atendía el servicio telegráfico y las llamadas telefónicas



En 1923 Wladimir Zworykin inventó el iconoscopio, dispositivo basado en el tubo de Braun, que escaneaba una imagen mediante un barrido electrónico, fundamento de las cámaras de televisión

El número de giros telegráficos alcanzó 770.607 en 1923.

En este año Wladimir Zworykin inventó el iconoscopio, primer dispositivo que escaneaba una imagen mediante ba-

rrido electrónico, fundamento de las futuras cámaras de Televisión.

El 1 de enero de 1924 se fundó en Barcelona la Asociación Nacional de Radiodifusión.

El 3 del mes siguiente, la Dirección General de Correos y Telégrafos pasó a llamarse Dirección General de Comunicaciones y se creó una Secretaría General de Comunicaciones.

A comienzos de 1924, los 74.124 abonados al servicio telefónico estaban distribuidos de la siguiente forma: el 28 por ciento eran del Estado a través de Telégrafos que controlaba 147 redes urbanas, dos redes provinciales, circuitos interurbanos en varias provincias y la red internacional con Francia; el 9 por ciento de los abonados correspondían a los Ayuntamientos y a la Mancomunidad de Cataluña y el 63 por 100 restante a las compañías privadas, siendo el 33 por 100 gestionado entre la Compañía Peninsular y la Compañía General de Teléfonos y el 30 por 100 restante entre pequeños concesionarios.

El 19 de abril se constituyó en Madrid la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) con un capital social de un millón constituido por 2.000 acciones de 500 ptas. cada una.

El 14 de junio se desarrolló el Reglamento para el establecimiento y régimen de estaciones radioeléctricas particulares, base para la concesión de las primeras licencias de emisoras de radiodifusión en España.

El 25 de agosto de 1924 Alfonso XIII firmó el Decreto que autorizó a contratar con la CTNE la organización, reforma y

ampliación del servicio telefónico nacional en régimen de monopolio. Este contrato era mucho más favorable para la Compañía que las antiguas concesiones; no existía reversión al Estado una vez caducado el plazo, sino que el Estado debía de indemnizar a la CTNE en moneda de oro y conforme a la valoración que la empresa hiciese, siendo el canon a pagar al Estado mucho menor que el exigido en las concesiones anteriores. El Estado transfería a la CTNE su red de telefonía por una indemnización de 17.565.578 pesetas y sólo quedaba en poder de Telégrafos la Red Telefónica Oficial.

El 29 de agosto se firmó un contrato privado entre la CTNE y la ITT elevando el capital social de la primera de uno a ciento quince millones de pesetas.

Era necesario coordinar las comunicaciones telefónicas en Europa, que se iban haciendo cada vez más complejas y, por ello, en 1924 Francia convocó en París un Comité Técnico de la UTI que se llamó Comité Consultivo Internacional Telefónico (CCIF) que empezó a emitir recomendaciones para normalizar las características de los enlaces y permitir las interconexiones.

En noviembre de 1924 empezaron a inaugurarse emisoras de radiodifusión: el día 5 se inauguró EAJ-6 Radio Ibérica, que había estado en pruebas desde septiembre de 1923; el día 10 EAJ-2 Radio España de Madrid, primera emisora que empezó a emitir con licencia y cuatro días después EAJ-1 Radio Barcelona, primera licencia concedida en España.

El 30 de diciembre se estableció la comunicación telefónica entre España y la Alta Comisaría de España en Marruecos, a través del primer cable telefónico submarino Algeciras-Ceuta de la CTNE.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 238.171 radiotelegramas en 1924 y el número de giros telegráficos alcanzó la cifra de 874.672 ese año.

A finales de 1924 se empezaron a usar en Madrid y Barcelona los primeros receptores de radio con detector de galena y algún superheterodino para captar las emisiones de radiodifusión.

## 1925-1934. El desarrollo de la telefonía. Los teleimpresores asíncronos. La televisión mecánica. Los telegramas por teléfono. Nace la UIT

En enero de 1925 el Gobierno aprobó la cesión a la CTNE de todas las redes telefónicas de la Compañía Peninsular de Teléfonos, incluidas las de la Sociedad General de Teléfonos de Barcelona y la Compañía Madrileña de Teléfonos. El 19 de octubre de este año se inscribió en el Registro Mercantil de Madrid el acuerdo de fusión de la Compañía Peninsular



Radio de galena, equipo de 1924 para escuchar la radio mediante auriculares y que no necesitaba alimentación externa; sólo permitía captar las emisoras potentes



Radio superheterodino, equipo de 1924 con alimentación externa y amplificación mediante tubos de vacío y con un electro parlante (altavoz) en forma de bocina que permitía la captación de emisoras distantes



En 1926 Telégrafos introdujo en sus redes los primeros aparatos de telegrafía asíncrona llamados teletipos o teleimpresores de la marca Morkrum. Mediante un teclado de máquina de escribir se los caracteres alfabéticos en código Baudot con un impulso de arranque y otro de parada; las señales eléctricas originaban en la parte receptora la impresión de los caracteres alfabéticos en una cinta de papel

El 4 de abril se constituyó en Ginebra la Unión Internacional de Radiofonía (UIR) con la participación de España.

También en 1925 se celebró la Conferencia Administrativa de la Unión Telegráfica Internacional en París creando el CCIT. En ella se propuso que se convocasen en el mismo lugar y tiempo las Conferencias para las Uniones Telegráfica y Radiotelegráfica intentando constituir una Unión común.

El 17 de julio de este año el rey Alfonso XIII inauguró la emisora EAJ-7, Unión Radio, creada en Madrid por las compañías fabricantes de aparatos de radio más importantes de aquella época.

Cinco días más tarde se terminó el tendido del primer cable telefónico subterráneo de la CTNE en El Escorial.

Se creó en París la International Amateur Radio Union (IARU) con intención de agrupar a los radioaficionados del mundo entero.



Receptor morse. En la fotografía puede verse en detalle la parte mecánica de arrastre con su llave para dar cuerda, el electroimán de recepción y parte de la rueda envolvente donde se enrolla la cinta

de Teléfonos y la CTNE desde el 3 de enero de 1925. La fusión, por incorporación, se realizó mediante el canje de acciones de las sociedades por acciones de la CTNE.

La Compañía de Teléfonos Ericsson cedió a la CTNE el servicio telefónico de Valencia.

Se comenzó a publicar la *Revista Telefónica Española* de la CTNE. En el primer número aparecen dos artículos de dos Ingenieros de Telecomunicación de la primera promoción que se habían pasado de Telégrafos a la CTNE.



En 1927 ya empezaban a funcionar en España los primeros teléfonos automáticos como el de la fotografía que incorporaban un disco para la llamada

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 499.147 radiotelegramas en 1925.

La CTNE tenía 1.135 centrales con un total de 102.943 abonados al servicio telefónico; los ingresos por telefonemas fueron de 3.791.658 ptas.

Telégrafos disponía de 53.714 km de líneas telegráficas

y 2.904 oficinas que cursaron 9.960.124 telegramas nacionales y 1.067.784 giros telegráficos.

En 1926 se introdujeron en Telégrafos los primeros aparatos de telegrafía asíncrona llamados teletipos o teleimpresores. Mediante un teclado similar al de una máquina de escribir se transmitían los caracteres alfabéticos en código Baudot añadiéndole un impulso de arranque y otro de parada, que en la parte receptora originaban la impresión de los caracteres alfabéticos en una cinta de papel. Los primeros teletipos instalados en la red española fueron 13 de la marca Morkrum.

El 28 de enero de 1926 salió a la luz un nuevo Reglamento para el servicio del giro telegráfico.

El 7 de marzo se realizó la primera experiencia combinando telefonía por hilo y por radio entre periodistas de Nueva York y Londres.

Se instaló en España en 1926 la empresa Standard Eléctrica S.A. (SESA), dedicada a la fabricación de componentes telefónicos con dos fábricas, una en Madrid y otra en Barcelona.

El 13 de junio de 1926 la Red Telefónica de Guipúzcoa y la Red Municipal de San Sebastián instalaron un centro automático telefónico marca Ericsson en San Sebastián para dar servicio a la ciudad y a las ciudades del extrarradio, con centrales satélites secundarias en Pasajes, Rentería y Hernani.

El 26 de agosto Alfonso XIII inauguró en Santander la primera central automática del sistema Rotary 7A de la CTNE, fabricada por Standard Eléctrica.

El 30 de diciembre de este año se inauguró en Madrid el servicio telefónico automático.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 451.564 radiotelegramas en 1926.

La CTNE tenía 1.397 centrales, con un total de 114.360 abonados al servicio telefónico; los ingresos totales fueron de 31.465.000 ptas., ingresando por telefonemas 4.094.613 pesetas.

Telégrafos cursó 1.190.253 giros telegráficos este año.

En 1927 Standard Eléctrica instaló una fábrica de cables telefónicos en Maliaño (Santander).

El 30 de mayo se concedió a la compañía Radio Argentina S.A. el servicio radiotelegráfico internacional entre España y Argentina.



Equipo de radio de detección por galena de 1927 con sus auriculares. Puede verse el botón de sintonía central

En agosto de este año comenzaron las primeras retransmisiones conjuntas (deportivas y corridas de toros) entre Unión Radio, Radio Madrid, Radio Bilbao, Radio Sevilla y Radio Barcelona.

En septiembre de 1927 se inauguró la red de telefonía automática en Barcelona.

El 25 de noviembre de este año se firmó en Washington un nuevo convenio radioeléctrico internacional que aprobó una propuesta similar a la de París para crear una Unión común; se aceptó la invitación hecha por España para que el acontecimiento tuviera lugar en Madrid en 1932.

Cuatro días después se autorizó a la Compañía dei Cavi Telegrafichi Sottomarini a realizar el amarre en Málaga de un cable submarino con Lisboa y otro entre Bilbao y Holanda.

El 24 de diciembre se otorgó concesión al Sindicato Transradio Español (Transradio Española S.A.) para establecer servicios radioeléctricos internacionales con países europeos y americanos.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 668.142 radiotelegramas en 1.927.

La CTNE tenía 1.737 centrales y 125.428 abonados telefónicos; los ingresos por telefonemas fueron de 4.611.826 pesetas.

El 12 de enero de 1928 se autorizó el tendido de un cable telegráfico submarino entre Valencia y Palma de Mallorca.

El 27 de junio se autorizó a Transradio Española S.A. a utilizar las instalaciones radioeléctricas de Madrid-Aranjuez-Alcobendas y Barcelona-Prat-Campo de la Bota y el 17 de julio a cursar servicio radioeléctrico con Portugal.

El 16 de septiembre comenzó a funcionar en Barcelona la central automática telefónica de la CTNE tipo Rotary 7A; a lo largo del año se instalaron centrales automáticas por la CTNE en las principales ciudades españolas: Bilbao, Valencia y Sevilla, entre otras.

El 13 de octubre se inauguró el servicio telefónico entre España y Estados Unidos con una conversación entre Alfonso XIII y el presidente Coolidge.

La Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos cursó 314.350 radiotelegramas y Transradio Española llegó a 281.843.

La CTNE tenía 2.051 centrales y 135.306 abonados al servicio telefónico; los ingresos por telefonemas fueron de 5.473.636 pesetas.

Telégrafos cursó 1.349.355 giros telegráficos en 1928.

En 1929 la CTNE enlazó por cable submarino telefónico Tenerife y Gran Canaria y tendió un segundo cable submarino telefónico entre Algeciras y Ceuta.

También en este año CTNE encargó a Standard Eléctrica la instalación del primer enlace radiotelefónico en onda corta con la estación emisora en Pozuelo del Rey y la receptora en Grignon.

El 8 de enero de 1929 se concedió a la Compañía Internacional Radiotelegráfica Española el servicio entre España y Cuba y a la Agencia Americana el servicio entre España y Brasil.

El 6 de marzo se transmitió por primera vez un estreno teatral por radio a través de los micrófonos de Unión Radio.

El 29 de abril se rescindió el contrato con la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos transfiriendo su concesión a Transradio Española S.A. que fue autorizada para tomar a su cargo las estaciones de servicio internacional y las estaciones costeras radioeléctricas, por Real Orden de 14 de mayo.

El 14 de julio se inauguró la sede social de la CTNE en la Gran Vía de Madrid con 14 plantas. Doce días más tarde, un Real Decreto creó el Servicio Nacional de Radiodifusión.

John L. Baird comenzó el 10 de septiembre en colaboración con la BBC de Londres las primeras pruebas de su sistema de televisión mecánica utilizando el disco de Nipkow.

El 12 de octubre, durante la Exposición Iberoamericana de Sevilla, se estableció la primera comunicación radiotelefónica por onda corta desde España con Argentina y Uruguay.

El 22 de noviembre se aprobó por Decreto el Reglamento para la ejecución del contrato entre el Estado y la CTNE asignando a esta empresa el servicio radiotelefónico internacional. Este Decreto ponía en funcionamiento el nuevo servicio de telegramas por teléfono.



Tapa de canalización telegráfica de 1929 que aún puede contemplarse en Barcelona cerca de la salida del metro Barceloneta. La canalización sigue en uso para Telégrafos con un cable de fibras ópticas



Transradio Española S.A. cursó 629.590 radiotelegramas en 1929 y Radio Argentina 3.427.

La CTNE tenía 2.280 centrales y 174.059 abonados al servicio te-lefónico; sus ingresos por telefonemas fueron de 6.194.792 pesetas.

Telégrafos cursó 1.496.939 giros telegráficos en 1929.

En 1930 la CTNE puso en servicio el enlace radiotelefónico entre Madrid y Tenerife.

Se inició la cotización de los títulos de la CTNE en las Bolsas de Madrid, Barcelona y Bilbao.

El 20 de octubre se autorizó a Transradio Española S.A. a establecer la comunicación radioeléctrica entre Madrid y Manila.

A través de una iniciativa de la Asociación Nacional de Radiodifusión nació EAJ-15 Radio Asociación de Cataluña, que emitió su programación en lengua catalana durante tres horas al día.

Radio Barcelona a partir de la implantación del autogobierno en la Comunidad Catalana decidió hablar a su audiencia también en catalán.

A finales de 1930 se empezó a emitir a las 8 a.m. el espacio informativo de Unión Radio «La palabra» con una duración de media hora en conexión con Radio Barcelona; este espacio había sido una iniciativa de EAJ-15.

Transradio Española S.A. cursó 672.885 radiotelegramas en 1930 y Radio Argentina 35.331.

La CTNE tenía en 1930 un total de 2.560 centrales y 212.360 abonados al servicio telefónico, el 64 por ciento con teléfono automático. Los ingresos totales de la empresa fueron de 79.296.000 pesetas, siendo los ingresos por telefonemas de 7.227.000 pesetas.

Telégrafos disponía en 1930 de 53.135 km de líneas telegráficas y 2.902 oficinas con 1.913 equipos Morse, 432 Hughes, 100 Baudot y 139 teletipos Morkrum, que cursaron un total de 7.537.141 telegramas nacionales y 1.421.974 giros telegráficos.

El 8 de enero de 1931 por Real Decreto se fijaron las atribuciones de los Ingenieros de Telecomunicación.

El 6 de febrero se implantó el servicio de telegramas de curso mixto que permitió a Telégrafos llegar a las localidades telefónicas de la CTNE donde no existía estación telegráfica.



En 1929 Baird empezó a realizar las primeras pruebas con su televisión mecánica utilizando el disco de Nipkow; en la fotografía puede verse el enorme disco y la pequeña pantalla



En 1932 la BBC emitió señales de televisión en Londres a 40 líneas y 15 imágenes por segundo por el procedimiento mecánico de Baird y se empezaron a vender los primeros aparatos; en la fotografía primera se ve un equipo receptor y en la segunda una imagen de 40 líneas de color amarillento producida por un descargador de neón

El 14 de abril se proclamó la Segunda República. El Palacio de Comunicaciones de Madrid fue el primer edificio oficial donde se izó la bandera republicana. Al día siguiente se creó el Ministerio de Comunicaciones con las Direcciones Generales de Correos y de Telégrafos y Teléfonos; el ministro fue D. Diego Martínez Barrios.

El 31 de agosto se anuló la concesión del servicio radioeléctrico con Brasil a la Agencia Americana a petición de la compañía.

El 10 de diciembre se presentó en las Cortes la Exposición previa al Proyecto de Ley que declaraba ilegal la adjudicación a la CTNE del servicio telefónico en monopolio en 1924. En la exposición de motivos indicaba: «El porcentaje de teléfonos en toda España es de 1,08 por ciento, en Guipúzcoa donde no actúa la CTNE es de 3 por ciento y en la red municipal urbana de San Sebastián de un 9 por ciento, representando las tarifas telefónicas de esta ciudad un 50 por ciento de economía con las que rigen para el resto de España». En relación al canon: «En 1923 el Estado cobró 3,4 millones de pesetas, igual al canon abonado por CTNE en 1930».

El Proyecto de Ley declaraba nulo el contrato de 1924 y definía la red telefónica de utilidad nacional, expropiándola a favor del Estado y dando un plazo de seis meses para la redacción y presentación en Cortes de una Ley de Bases.

Transradio Española cursó 631.331 radiotelegramas en 1931 y Radio Argentina 53.688.

La CTNE tenía 2.699 centrales y 242.153 abonados al servicio telefónico; los ingresos por telefonemas fueron de 5.428.979 pesetas.

Telégrafos cursó 1.463.443 giros telegráficos este año.

En 1932 se inauguró la emisora EAQ propiedad de Transradio, primera emisora privada española de onda corta para el servicio al exterior, que daba servicio, entre otros, a Latinoamérica y Filipinas.

También en este año se realizaron las primeras emisiones de televisión de la BBC en Londres a 40 líneas y 15 imágenes por segundo basadas en el procedimiento mecánico de John Baird.

También en 1932 se creó la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación.

El 3 de febrero se obligó a la CTNE a conectar su red con las estaciones radiotelegráficas terrestres de cualquier entidad para realizar el servicio radiotelefónico directo desde un barco o una aeronave con un abonado a la red telefónica española.

Del 3 de septiembre de 1932 al 10 de diciembre se celebró en Madrid la XIII Conferencia de la Unión Telegráfica Internacional y la IV Conferencia Radiotelegráfica Internacional. En estas reuniones se acordó unificar las dos instituciones en una sola organización: la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Se hizo el primer Convenio único Internacional de Telecomunicaciones y nuevos Reglamentos de Radiocomunicaciones, Telegrafía y Telefonía.

El 6 de diciembre de 1932 las Cortes decidieron, después de un año de encendidas controversias que trascendieron a la prensa, mantener el contrato con la CTNE desestimando el Proyecto de Ley de diciembre del año anterior, por las dificultades para la nacionalización del servicio telefónico.

Transradio Española S.A. cursó 589.441 radiotelegramas en 1932 y Radio Argentina 55.140.

La CTNE tenía ese año 2.815 centrales y 270.542 abonados al servicio telefónico; los ingresos por telefonemas fueron de 5.921.895 ptas.

Telégrafos cursó 1.501.403 giros telegráficos en 1932.

En 1933 Armstrong descubrió la modulación de frecuencia, un nuevo sistema mucho menos sensible al ruido que la modulación de amplitud, que se empleaba para enviar la información por radio.

El 2 de agosto se dieron instrucciones generales para la apertura al servicio público de las estaciones telegráficas municipales.

Transradio Española S.A. cursó 618.131 radiotelegramas en 1933 y Radio Argentina 55.914.

La CTNE tenía ese año 2.848 centrales y 281.229 abonados al servicio telefónico; los ingresos por telefonemas fueron de 6.178.563 ptas.

Telégrafos cursó 1.594.609 giros telegráficos en 1933.

En 1934 Vladimir Zworykin inventa el kinescopio que posibilitaba la recepción electrónica de la imagen de televisión y como su invento anterior, el iconoscopio, permitía la toma electrónica de imágenes, la televisión electrónica podía comenzar a andar.

El 21 de marzo se ordenó la reversión al Estado de los servicios radiotelegráficos costeros con sus estaciones, explotados por Transradio Española S.A. Sin embargo, debido a las dificultades presupuestarias, la explotación siguió en manos de la Compañía.

El 26 de junio se promulgó la Ley del Servicio de Radiodifusión Nacional determinando el servicio función esencial y privativa del Estado; de esta forma al Gobierno le correspondía desarrollar el servicio y otorgar las concesiones a las entidades privadas.

Un mes después se constituyó por Decreto una Red de Radiodifusión Nacional del Estado, dependiente de la Dirección General de Telecomunicaciones.

El 7 de agosto de 1934 se dispuso que el servicio de telefonemas prestado por la CTNE cesase el día 28 de ese mes por prescripción del contrato, sustituyendo el servicio (verdadera competencia del servicio telegráfico del Estado) por el de telegramas de curso mixto. El 22 de agosto se reguló el servicio telegráfico expedido por teléfono, denominándose telegramas por teléfono y el 17 de septiembre se publicó la circular relativa a las disposiciones que lo regían.

El 12 de octubre se suprimió el servicio de telegramas diferidos y el de telegramas comerciales.

Transradio Española S.A. cursó 619.124 radiotelegramas en 1934 y Radio Argentina 57.316.

La CTNE tenía 2.950 centrales y 303.766 abonados al servicio telefónico en 1934, el triple que los abonados de 1924.

Telégrafos disponía de 1.835 equipos Morse, 446 Hughes, 119 Baudot, 145 teletipos Morkrum y 21 teletipos Creed; el número de giros telegráficos fue de 1.698.816.

## 1935-1944. El radar. La televisión electrónica. La Guerra Civil española. La Segunda Guerra Mundial. El diodo semiconductor

En 1935 el británico Robert Watson inventó el radar, un detector de aeronaves por ondas de radio, que enviaba impulsos de ondas radioeléctricas y cuando chocaban con algún objeto, como un avión, se reflejaban y eran devueltos, formando un eco que se recibía en una antena. Esta información aparecía en la pantalla de un tubo de rayos catódicos y se calculaba con facilidad la distancia a que se encontraba el objeto.

El 30 de octubre una Orden creó el nuevo servicio de transferencias telegráficas con depósito.

La CTNE disponía de 3.110 centrales y 329.180 abonados al servicio telefónico a finales de 1935; sus ingresos totales fueron de 119.812.000 ptas. en este año.



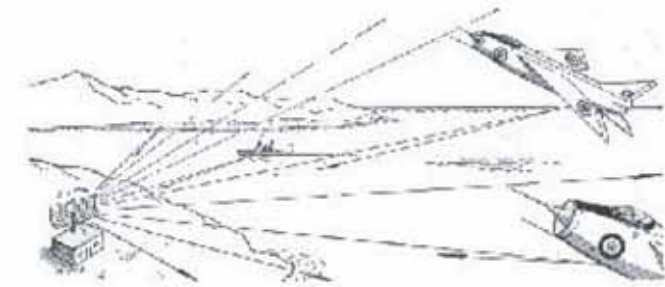
Puede verse en la fotografía cómo la ergonomía del teléfono de 1934 ya se parecía a la del actual



En 1934 Vladimir Zworykin inventó el kinescopio (tubo receptor de televisión electrónica) basado en el tubo de Braun con el que aparece en la fotografía



En 1934 se introdujeron en las redes de Telégrafos los teletipos Creed que, con el mismo sistema de funcionamiento, eran más rápidos que los Morkrum



En la fotografía de la izquierda podemos ver a Robert Watson que en 1935 inventó un detector de aeronaves por ondas de radio al que llamó radar, y en la superior, el esquema de una instalación radar captando las ondas que reflejan las aeronaves

Telégrafos disponía de 53.381 kilómetros de líneas telegráficas y 2.680 oficinas que cursaron un total de 8.587.570 telegramas durante este año.

En 1936 con motivo de la celebración de los Juegos Olímpicos en Berlín se retransmitió en directo el evento deportivo por primera vez en el mundo utilizando la televisión electrónica de 180 líneas de definición y 25 imágenes por segundo; se retransmitieron cuatro áreas deportivas diferentes con tres cámaras durante un total de 72 horas de retransmisión en directo. La transmisión se realizó entre la Zona Olímpica y unas cabinas llamadas «Oficinas Públicas de Televisión» ubicadas en Berlín y Potsdam.

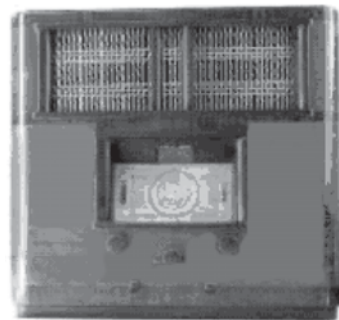
El 18 de julio de 1936 tuvo lugar la sublevación militar contra la República comenzando la Guerra Civil española. La emisora EAJ-43 Radio Tenerife emitió el bando firmado por el general Franco declarando el estado de guerra.

En octubre de 1936, mediante un decreto de colectivización, aprobado por la Generalitat de Cataluña, quedaron incautadas las instalaciones de la CTNE en dicha región.

El 2 de noviembre de 1936 la BBC comenzó sus transmisiones de televisión electrónica con 240 líneas y 25 imágenes



En 1936 se celebraron en Berlín los Juegos Olímpicos; los acontecimientos deportivos fueron tomados por la cámara de la fotografía izquierda con 180 líneas de definición y 25 imágenes por segundo y transmitidos a las Cabinas de Proyección de la fotografía derecha donde podían contemplarse casi como estando en el estadio



Este modelo de Marconi de 1936 ya tiene todas las características de la radio moderna: recepción con sistema superheterodino y en dos altavoces (binaural)

nes por segundo desde los estudios londinenses de Alexandra Palace.

La CTNE disponía en 1936 de 3.197 centrales y 343.092 abonados al servicio telefónico con una tasa de 1,5 teléfonos por cada 100 habitantes. A finales de este año la red telefónica española había creado su estructura fundamental y el teléfono se extendía a lo largo y ancho del país.

Durante el periodo de la Guerra Civil española la radio fue un medio importante en el desarrollo de la contienda jugando un triple papel: interferencia de las radios enemigas, suministro de información militar y medio de propaganda. La radio del bando del general Franco tuvo mayor protagonismo: fueron muy escuchadas las alocuciones del general Queipo de Llano desde los micrófonos de Radio Sevilla. Los partidos políticos tenían sus propias emisiones en onda corta o extracorta.

En octubre de 1936, mediante un decreto de colectivización, aprobado por la Generalitat de Cataluña, quedaron incautadas las instalaciones de CTNE en dicha región.

Durante este periodo la CTNE fue neutral, es decir, se mantuvo funcionando en los dos bandos. En realidad suponía un apoyo a Franco, que era el bando rebelde, puesto que el contrato se había firmado con el Estado Español, que legalmente estaba en el otro bando.

En 1937 se iniciaron en Gran Bretaña las primeras fabricaciones en serie de aparatos de televisión para uso doméstico-familiar.

En 1938 Franco promulgó la Ley de Prensa restaurando la censura.

La entrada de las tropas nacionales en Cataluña supuso la desaparición de la radio en catalán, incluida EAJ-15 Radio Asociación de Cataluña. A partir de entonces la Falange Española fue la responsable de los espacios emitidos por las ondas radiofónicas.

En 1939 comenzaron en Estados Unidos las primeras fabricaciones en serie de aparatos de tele-



La Guerra Civil española de 1936 obligó al desarrollo de los telégrafos portátiles de campaña, como el de la fotografía que incorpora el manipulador y receptor morse en una caja portable



En Gran Bretaña se empezó a desarrollar el radar en 1938 con estaciones como la representada en la fotografía

visión para uso doméstico-familiar.

En dicho año desapareció Unión Radio y se creó la Sociedad Española de Radiodifusión (Cadena SER).

El 14 de enero de 1939 Franco creó la Delegación del Estado para

Prensa y Propaganda y la emisora Radio Nacional de España a la que se le otorgó el monopolio de la información de nuestro país. Inició sus emisiones en Onda Media para España y en Onda Corta y varios idiomas para Europa y América, con un marcado carácter propagandístico.

El 1 de abril de este año finalizó la Guerra Civil, con la victoria de las tropas nacionales dirigidas por el general Franco.

Ese mes se promulgó la Ley de responsabilidades políticas que produjo importantes depuraciones entre los empleados de Correos y Telégrafos y algunos de la CTNE.

En septiembre de 1939 el Gobierno británico decidió interrumpir las 14 horas semanales de programación televisiva, a partir de su participación en la Segunda Guerra Mundial.

El 6 de octubre se dictó una Orden obligando a las emisoras privadas a conectar la difusión de los diarios hablados con Radio Nacional de España (RNE).

El 28 de noviembre de 1940 se promulgó la Ley Orgánica sobre la gestión de los Servicios de Telecomunicación.

La Guerra Civil provocó una importante destrucción de la red telegráfica española; a finales de 1940 Telégrafos contaba sólo con 40.224 km de líneas telegráficas y 1.941 oficinas con 1.312 aparatos Morse, 295 Hughes, 112 Baudot y 422 teletipos; el tráfico cursado fue de 6.151.734 telegramas.

La radio jugó un importante papel en la Segunda Guerra Mundial. Ocupada Holanda por Alemania, el 28 de julio de 1940 la reina Guillermina comenzó las emisiones para los holandeses desde Londres a través de la emisora Radio Orange.

En 1941 la definición de televisión en Estados Unidos cambió a 525 líneas (las actuales) y la Federal Communications Commission autorizó la televisión comercial.

El 20 de mayo una Ley transfirió todos los servicios de Prensa, Propaganda y Radio a Falange Española y de las JONS.



La televisión se fue desarrollando en Norteamérica de forma notable y en este receptor de 1939 ya puede verse un esbozo de lo que sería la televisión monocroma del futuro



Ocupada Holanda por Alemania, la reina Guillermina comenzó las emisiones para los holandeses desde Londres por la emisora Radio Orange el 28 de julio de 1940, que fueron seguidas en Holanda a escondidas. En la primera fotografía superior vemos la emisión desde Londres y en la derecha la recepción a escondidas en Holanda mediante auriculares



El 22 de julio nació Radio España Independiente, Estación Pirenaica, en Moscú, que estaba auspiciada por el Partido Comunista de España.

En diciembre de 1941, con motivo del ataque japonés a la base norteamericana de Pearl Harbour, los Estados Unidos entraron en la Segunda Guerra Mundial reduciendo la programación de televisión y suspendiendo la fabricación de equipos domésticos de radio y televisión para dedicar los recursos a la guerra.

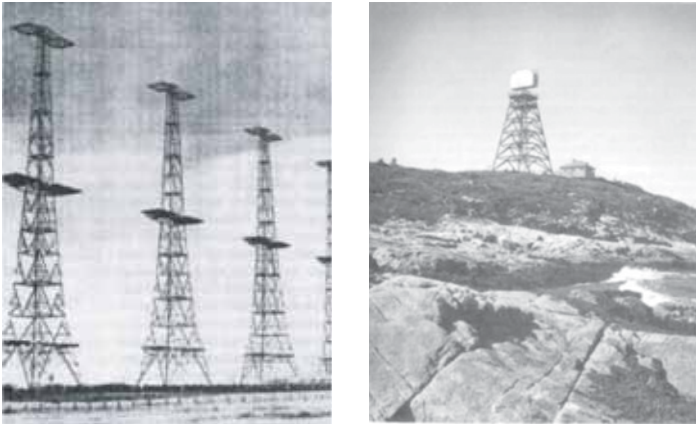
En España había tres tipos de emisoras: las locales de escasa potencia, las comarcales de la Sociedad Española de Radiodifusión (SER); las que pertenecían a la Sociedad Nacional de Radiodifusión (las de RNE) y las de Falange Española y de las JONS.

En 1942 se creó la primera red de radio de ámbito estatal: la Red Nacional de Radiodifusión (REDERA) como organismo específico para la explotación de las emisoras oficiales del Estado y del Movimiento.

Telégrafos cursó en este año 11.471.404 telegramas.



En estas fotografías puede verse la evolución de los aparatos de radio (escucha en binaural) de Marconi de 1938 y la evolución de los aparatos de televisión monocromos en Norteamérica de 1941



El uso del radar, inventado por Watson, fue decisivo para los combates aéreos entre Gran Bretaña y Alemania junto con la detección por cristal (primero galena y luego germanio y silicio) diseñada por el norteamericano Russell Ohl que permitía el uso de frecuencias más altas y un alcance mayor. Las costas de Gran Bretaña se llenaron de antenas de radar como las de las fotografías que avisaban con anticipación de los ataques aéreos

En 1943 el británico Alan Turing construyó un computador llamado Colossus con 1.800 tubos de vacío con objeto de descifrar el código secreto de las comunicaciones alemanas.

El 22 de junio de 1943 se encargó por un Decreto al Instituto Nacional de Industria (INI) la atención y desarrollo de las actividades de Telecomunicación en la Zona del Protectorado de España en Marruecos, mediante la creación de la Empresa Nacional Torres Quevedo.

El 28 de julio de 1944 se creó por Decreto el Consejo Nacional de las Telecomunicaciones.

El 31 de octubre se dieron instrucciones generales para el servicio de telegramas por teléfono.

El 14 de diciembre se dictó una norma para la reversión de la red telefónica de Guipúzcoa al Estado.

El uso del radar, inventado por Watson, fue decisivo para los combates aéreos entre Gran Bretaña y Alemania y gracias a esa tecnología y a la invención por los americanos del detector semiconductor, mucho más eficiente que los detectores de tubos de vacío, los ingleses conocían la llegada de los aviones alemanes con anterioridad a la misma y podían contraatacar con precisión. La «Batalla de Inglaterra» fue ganada por los ingleses suponiendo el primer revés importante para los alemanes.

Los tubos de vacío no eran buenos para detectar la señal de radar de alta frecuencia; el norteamericano Russell Ohl probó los antiguos detectores de cristal tipo galena que funcionaron bien, pero que se destruían pronto, así que diseñó unos nuevos detectores de contacto de cristal de germanio. En sus investigaciones encontró un día, por casualidad, un cristal de silicio con una grieta microscópica y los fenómenos observados debidos a la fractura le llevaron a diseñar el cristal detector de unión pn de silicio. Asimismo comprobó que una unión pn en un cristal de silicio era la célula fotovoltaica con mayor rendimiento conocido para producir electricidad.

## 1945-1954. La nacionalización y nuevo contrato con la CTNE. La telefonía móvil. El primer ordenador. El transistor. El servicio télex. La radio en FM. La televisión en color

El 23 de abril de 1945 se inauguraron las nuevas plantas 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> del Palacio de Comunicaciones de Madrid.

Ese mismo día se instaló en Arganda del Rey la nueva emisora de Onda Media de Radio Nacional de España (RNE) consiguiendo que la señal llegase a Barcelona.

Cuatro días después RNE inauguró el emisor de onda corta de 40 kilowatios en Arganda del Rey.

El 14 de mayo de 1945 se promulgó la Ley de Nacionalización de la CTNE, que autorizó la emisión de 50 millones de dólares en bonos del Estado para comprar las 318.641 acciones de la CTNE en poder de la ITT.

El 27 de julio se creó la Dirección General de Radiodifusión, órgano privativo del Estado en materia de radiodifusión.

Acabada la Segunda Guerra Mundial, los aliados en occidente entendieron la televisión de dos modos distintos: en Estados Unidos se asentó en redes de empresas privadas (ABC, NBC y CBS) mientras que Europa se implicó en la construcción de sistemas públicos nacionales de radio y televisión.

En octubre de 1945, Arthur C. Clarke definió la órbita sincrónica de un satélite a 42.000 km del centro de la Tierra; con tres satélites sincrónicos se cubriría todo el planeta.

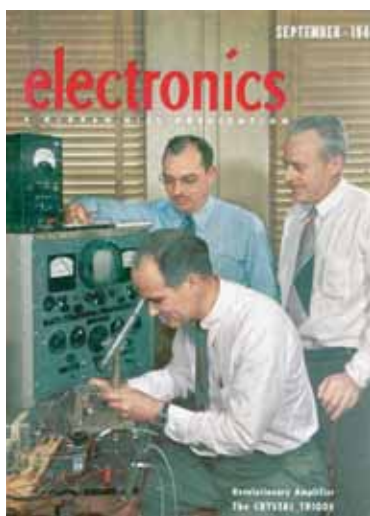
El 2 de octubre se dictó un nuevo Reglamento de servicio del giro telegráfico.

En 1946 la empresa norteamericana ITT presentó su Servicio de Telefonía Móvil MTS. El terminal de abonado era poco operativo por el peso de la batería y sólo se podía llevar en los automóviles.

En este año John Prosper Eckart y John Mauchly diseñaron y empezaron a construir en la Universidad de Pensilvania el



John Prosper Eckart y John Mauchly diseñaron y construyeron entre 1946 y 1949 el primer ordenador electrónico mundial llamado Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC) en la Universidad de Pensilvania. La programación se hacía por cableado. En las fotografías pueden verse dos aspectos del ENIAC



Fotografía de la portada de la revista *Electronics* de 1948 con los tres inventores del transistor y un artículo sobre un amplificador revolucionario con dicho elemento llamado triodo de cristal

Electronic Numeral Integrator and Calculator (ENIAC), considerado el primer ordenador electrónico mundial. Su construcción acabó en 1949. Pesaba 80 toneladas, tenía 18.000 tubos de vacío y necesitaba una energía de 15 kilowatios para funcionar. La programación para un cálculo se hacía variando el cableado y era una operación muy lenta, que exigía una gran precisión. La entrada y salida de datos era por cinta perforada y podía hacer 5.000 sumas y 360 multiplicaciones por segundo.

En 1946 por Decreto se crearon en la Escuela Oficial de Telecomunicación las enseñanzas de Ayudante de Telecomunicación con dos especialidades: Radio y líneas y Centrales suprimiendo las enseñanzas de Perito radiotelegrafista y las de Oficial técnico de líneas y Oficial técnico de instalaciones y aparatos.

El 31 de octubre de 1946 se aprobó por Decreto el proyecto de Contrato entre el Estado y la CTNE, transcurridos los veinte años de monopolio que le dio el primer contrato. Este nuevo Contrato fue prácticamente idéntico al anterior y se siguió manteniendo el monopolio de la telefonía.

El 14 de diciembre se constituyó Radio Intercontinental de Madrid.

El 4 y 5 de enero de 1947 el servicio telefónico automático de Madrid pasó de cinco a seis cifras de marcación sin interrupción del servicio.

El 17 de julio se creó la escala de Radiotelegrafistas al servicio del Estado.

La FCC americana estableció en 1947 la normalización técnica de todas las emisiones de televisión.

Ese año Standard Eléctrica fabricó sistemas de telefonía múltiple con circuitos de «alta fre-



Fotografía muy ampliada del primer transistor de puntas de 1948. Sus descubridores partieron de diodo de punta de contacto y tras muchos experimentos consiguieron un dispositivo de cristal que, con dos puntas de contacto muy próximas, podía amplificar consumiendo mucha menos energía que los tubos de vacío. El transistor revolucionó todos los dispositivos electrónicos

cuencia» de 12 canales y se pusieron en servicio en Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia y Tolosa.

También ese año se empezaron a utilizar los primeros magnetófonos de cinta que permitían la grabación previa de programas de radio.

Asimismo, se estableció un nuevo servicio telefónico entre Madrid y Nueva York a través de los terminales de Pozuelo y Griñón.

Por otra parte en 1947, se reunió en Atlantic City la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT después de la Guerra Mundial. Se reestructuró el organismo creándose la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), el Consejo de Administración y la Secretaría General de la Unión y decidieron cambiar la sede de la UIT de Berna a Ginebra.

Telégrafos cursó 18.344.573 telegramas en este año.

En 1948 John Bardeen, Walter Brattain y William B. Shockley inventaron el triodo de cristal, después llamado transistor de puntas, primer dispositivo amplificador de estado sólido. Las grandes ventajas que presentaba respecto a los tubos de vacío revolucionarían la industria de las telecomunicaciones y los ordenadores.

En junio Philips organizó, en el marco de la Feria de Muestras de Barcelona y durante quince días, unas pruebas televisivas desde una emisora situada a 200 metros que alcanzaron un enorme éxito de público. Los primeros espectadores aguardaron pacientemente la cola durante horas para poder ver la maravilla de la televisión.

El 8 de agosto RCA intentó en Madrid la retransmisión de una corrida de toros recibida por los televidentes en el Círculo de Bellas Artes. Fue un fracaso; se vio y se oyó poco y mal. Los espectadores exigieron la devolución del precio de las entradas y lo consiguieron.

En 1948 el INI creó la Empresa Nacional Radio Marítima con un capital de 100 millones de pesetas, suscrito a partes iguales entre el INI y las empresas Elcano, Torres Quevedo y Marconi Española para explotar los servicios de radiocomunicaciones y ayuda a la navegación de las flotas mercante y pesquera españolas.

En 1949 William B. Shockley inventó el transistor bipolar de unión, mucho más fácil de fabricar en serie y con menos ruido que el anterior transistor de puntas.

El Decreto de 11 de marzo estipuló el procedimiento y plazo de reversión al Estado de la red telefónica de Guipúzcoa.

El 1 de abril se fundó la Unión de Radioaficionados Españoles (URE); los precursores de esta asociación habían participado, años atrás, en la creación de la IARU.

En febrero se constituyó en Torquay la Unión Europea de Radiodifusión, organismo que sustituyó a la UIR.

El 1 de enero de 1951 el Estado entregó a la CTNE la red telefónica de Guipúzcoa.

Ese año se realizaron en Estados Unidos las primeras pruebas de radioenlaces de microondas para las comunicaciones entre Nueva York y San Francisco.



Fotografía de Shockley y del primer transistor de unión de 1949. El transistor de unión podía fabricarse en serie y mucho más fácilmente que el transistor de puntas

La CTNE instaló en 1951 la primera central telefónica automática urbana tipo Rotary 7D en Guadalajara.

El 19 de julio por Decreto-ley se creó el Ministerio de Información y Turismo en el que se integraron, entre otras, todas las actividades referidas a la prensa y la radio.

El servicio télex (TELEprinter EXchange o Central de Teletipos) fue implantado por Decreto de 14 de diciembre de 1951, en cuyo artículo 2.º se decía: «Se entenderá por Servicio Télex el conjunto de estaciones particulares de abonados al Telégrafo para comunicar directamente entre sí por medio de teletipógrafos y a través de una central de conmutación en las condiciones que define el Reglamento aprobado por el Comité Consultivo Internacional de Telecomunicaciones en su reunión de Bruselas de 1948».

En 1952, en virtud del Acuerdo Internacional de Radiodifusión de Estocolmo, se asignaron a España 80 canales para emisoras FM iniciándose en nuestro país el camino de la radio en frecuencia modulada.

También en 1952 el Ministerio de Información y Turismo fundó la Dirección General de Televisión.

En Estados Unidos en 1952 había 108 emisoras de televisión y 21 millones de televisores, mientras en España la televisión aún estaba en pruebas.

El 5 de febrero de 1953 se concedió la explotación de las comunicaciones radioeléctricas a la Compañía Internacional Radio Española S.A. dependiente del INI.

En este año la CTNE tendió entre Madrid y Zaragoza el primer cable coaxial telefónico de gran capacidad. Asimismo, instaló el primer sistema múltiple de radio en VHF de doce canales entre Barcelona y Palma de Mallorca.

También la CTNE puso en servicio la primera red automática provincial en Guipúzcoa per-



Fotografía del primer ordenador que comercializó IBM en 1953. El tamaño era mucho más pequeño que el ENIAC y la programación mucho más sencilla



En las fotografías podemos ver tres teléfonos de los años cuarenta, todos con marcación automática por disco, el de la izquierda simulando un teléfono antiguo con micrófono y receptor separados

mitiendo la marcación directa por disco entre abonados de distintas localidades de la provincia.

La empresa americana International Business Machines (IBM) lanzó al mercado en 1953 el primer ordenador electrónico comercial.

En este año las grandes compañías de televisión de Estados Unidos propusieron a la FCC un sistema de televisión en color compatible con los televisores en blanco y negro: el NTSC. Con la aprobación de la FCC, Estados Unidos se convirtió en 1953 en el primer país que dispuso de televisión en color.

El servicio télex se inauguró el 8 de febrero de 1954 con la primera central de conmutación automática del tipo Siemens TW-39 instalada en Madrid, con capacidad para cien abonados. La central enlazaba con Francia y Alemania mediante circuitos directos a París y Frankfurt, extendiéndose las comunicaciones por télex a Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Gran Bretaña, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Suecia, Suiza, Estados Unidos, Congo belga y Túnez, a través de las centrales de París y Frankfurt. El 17 de febrero se abrió el servicio con Portugal, a través de circuitos directos Madrid-Lisboa. La central de conmutación télex contaba con dieciocho abonados en el momento de la inauguración. Al mismo tiempo, se establecieron dos circuitos de alta frecuencia con Irún y Badajoz para enlazar con Francia y Portugal por medios propios.

En este año se constituyó la cadena de emisoras REM (Red de Emisoras del Movimiento).

En este año la CTNE disponía de 33.752 km de líneas telefónicas con un desarrollo de 636.351 km de circuitos telefónicos y había alcanzado la cifra de un millón de abonados al servicio telefónico.

Telégrafos disponía en 1954 de 41.651 km de líneas telegráficas con un desarrollo de 139.854 km de circuitos telegráficos y 2.139 estaciones telegráficas. Se cursaron 3.972.892 giros telegráficos.

## 1955-1964. La Escuela de Telecomunicación de Conde Peñalver. Televisión Española. Las Escuelas de Ingenieros y Peritos de Telecomunicación. El primer satélite. El primer circuito integrado. El sistema SECAM. La conmutación de paquetes. El primer satélite estacionario. El sistema PAL. La red géntex

El científico Narinder Kapani descubrió que podía utilizar las fibras de vidrio o plástico para transmitir datos e imágenes, surgiendo en 1955 un nuevo tipo de cable: la fibra óptica.

Ese año comenzó el tendido del primer cable coaxial submarino trasatlántico TAT-1 con repetidores sumergidos y capacidad para 36 canales telefónicos entre Escocia y Terranova.

En 1955 se celebró en España el primer centenario de la telegrafía eléctrica con tres actos: la inauguración el 21 de abril del nuevo edificio de la Escuela Oficial de Telecomunicación, ubicado en Conde Peñalver, 17; la Exposición Nacional de las Telecomunicaciones, que se abrió al público el 1 de noviembre y el Primer Congreso de Ingenieros de Telecomunicación, que recomendó al Gobierno en sus conclusiones finales la creación de un Instituto Nacional de Telecomunicación y la ordenación de una Red Nacional de Telecomunicación integrando o desarrollando complementariamente las redes telegráficas y telefónicas españolas. El Gobierno no llegó a hacer efectiva esta recomendación.

Por Orden de 20 de junio de 1955 se otorgó a los funcionarios de los Cuerpos de Correos y Telégrafos del Ministerio de la Gobernación la medalla colectiva al Mérito en el Trabajo en su categoría de oro por su lealtad, competencia y generosidad.

El 3 de julio un Decreto aprobó el Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Telecomunicación.

El 14 de octubre Radio Nacional de España fue admitida en la Unión Europea de Radiodifusión.

En 1955 el desarrollo de la radio en España fue muy rápido: había 2.717.000 receptores de radio, es decir, un receptor por cada 9 habitantes.

En este año Telégrafos disponía de 3.101 aparatos: 1.699 Morse, 22 Hughes, 165 Baudot, 1.210 teletipos y 5 teletipos Creed rápidos. Los enlaces telegráficos a Francia y Portugal para el servicio télex se ampliaron a 18.



El 22 de abril de 1955 se celebró en España el primer centenario de la telegrafía eléctrica con varios actos, entre ellos, la inauguración el día anterior del nuevo edificio de la Escuela Oficial de Telecomunicación, ubicado en Conde Peñalver, 17. En las fotografías puede verse el edificio y el escudo de los Ingenieros de Telecomunicación en dicho edificio

En 1956 la empresa americana Ampex fabricó el primer grabador práctico de señal de video llamado magnetoscopio, que permitía a las cadenas de televisión grabar y corregir los programas antes de emitirlos.

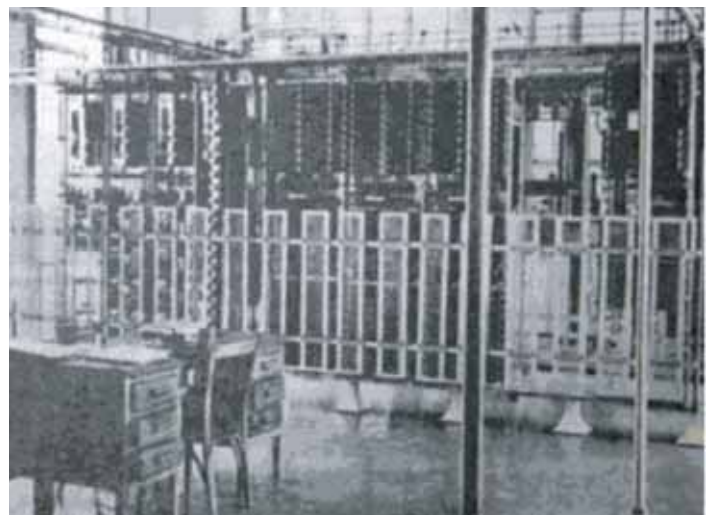
En este año se realizó la primera comunicación telefónica trasatlántica por cable submarino entre Terranova y Escocia, a través del cable que se acababa de tender.

El 28 de octubre de 1956 Televisión Española comenzó sus emisiones regulares desde los estudios del Paseo de la Habana.

En este año Telégrafos instaló dos nuevas centrales automáticas télex en Barcelona y Bilbao.

En 1957 Televisión Española (TVE) comenzó a emitir el Telediario.

El mismo año de 1957, nació en el seno de la UIT el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) por fusión del CCIT y CCIF.



El servicio Télex se inauguró en Telégrafos el 8 de febrero de 1954 con la primera central de conmutación automática del tipo Siemens TW-39 instalada en Madrid y capacidad para cien abonados. En la fotografía puede verse un aspecto de la central





Las grandes compañías de televisión de Estados Unidos propusieron a la FCC un sistema de televisión en color compatible con los televisores en blanco y negro: el NTSC en 1953. En la fotografía, primer televisor en color americano del sistema NTSC fabricado por la RCA

En este año, la CTNE extendió a Barcelona el cable coaxial de gran capacidad Madrid-Zaragoza.

En marzo de 1957 comenzaron las primeras emisiones de frecuencia modulada (FM) en Radio Nacional de España (RNE) en Madrid, durante cuatro horas al día.

También en el mismo año se creó la Cadena de Ondas Populares (COPE).

El 13 de septiembre, por Decreto, las secciones de Ingenieros y Peritos de Telecomunicación de la Escuela Oficial de Telecomunicación pasaron a depender del Ministerio de Educación Nacional.

En octubre Rusia puso en órbita el primer satélite artificial llamado Sputnik I.

Por Orden de 22 de marzo de 1958 se sometieron a la Comisión Delegada del Gobierno para Comunicaciones los proyectos para establecer nuevos medios o modificaciones en servicios públicos que utilizaban técnicas de telecomunicación. Como consecuencia de ello, para la conexión de cualquier abonado télex desde su domicilio hasta la central telegráfica más próxima se procedió a arrendar un circuito telegráfico a la CTNE.

El 8 de agosto un Decreto dispuso que las emisoras de onda media que no fuesen comarcales estaban obligadas a solicitar su transformación en emisoras de FM en cinco años.

El 12 de septiembre el norteamericano Jack Kilby comprobó el funcionamiento del primer circuito integrado (microchip) que había diseñado y construido. Este invento revolucionó la industria electrónica, las telecomunicaciones y los ordenadores.

En 1958 Telégrafos instaló una nueva central télex automática en Valencia; el número de abonos al servicio télex había llegado a 120.



En octubre de 1957 Rusia puso en órbita el primer satélite artificial llamado Sputnik I. En las fotografías, aspecto exterior y aspecto interior del Sputnik I y seguimiento del satélite desde la Estación de Crimea

La CTNE completó en 1959 la automatización del servicio telefónico en todas las capitales de provincia con la instalación de la central telefónica automática urbana de Teruel.

También en el mismo año la CTNE prolongó el cable coaxial de gran capacidad Madrid-Barcelona hasta La Junquera. España estaba conectada telefónicamente con 112 países.

En 1959 Henri de France inventó el sistema de televisión en color secuencial de memoria (SECAM), variante del norteamericano NTSC, que lo mejoraba notablemente.

En este año surgió en Estados Unidos la segunda generación de ordenadores electrónicos con sus circuitos transistorizados consiguiendo un enorme ahorro de espacio y de energía.

También en el mismo año empezó a funcionar la emisora de onda corta Radio Liberty, instalada en Pals (Gerona) y controlada directamente por el gobierno de Estados Unidos, con objetivos propagandísticos dirigidos a los países del Este.

El 15 de febrero de 1959, coincidiendo con un partido de fútbol Real Madrid-Barcelona, las emisiones regulares de TVE llegaron a Zaragoza y Barcelona.

El 24 de marzo se aprobó por Orden el nuevo Reglamento del Consejo Nacional de Telecomunicación.

El 26 de junio se fundó en Montreux (Francia) la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicación (CEPT).

El 18 de agosto un Decreto exigió que los receptores de radio fabricados en España incorporasen la recepción FM a partir del 1 de agosto de 1960.

En octubre de 1959 la señal de TVE llegó a las dos Castillas mediante el repetidor colocado en la Bola del Mundo, en la Sierra de Guadarrama.

A finales de año, TVE empezó a emitir en Barcelona desde los estudios Miramar, en Montjuich.

En 1960 la CTNE instaló la primera central Pentaconta 500 de barras cruzadas en Barcelona.

En este año inició sus emisiones Radio Peninsular de España.

También en el mismo año TVE se incorporó a la Unión Europea de Radiodifusión.

En febrero de 1960 la señal de TVE llegó a Valencia.

El 2 de marzo, tras su entrada en Eurovisión, TVE transmitió el primer programa de televisión en directo desde España, un partido de fútbol internacional, por la red de Eurovisión.

El 18 de mayo se recibió en España una imagen de televisión originada en el exterior transmitida por la BBC, que fue un partido de fútbol final de la Copa de Europa.

El 12 de agosto la NASA lanzó el satélite de comunicaciones pasivo Echo I.

En septiembre se comenzó en TVE a grabar la señal de video antes de la emisión.

En diciembre de 1960 la señal de TVE llegó a Bilbao.



El 12 de septiembre de 1958 el norteamericano Jack Kilby, que puede verse en la primera fotografía, acabó de comprobar el primer circuito integrado (microchip) que había diseñado y construido y que puede verse en las otras dos fotografías. Este invento revolucionó todos los dispositivos electrónicos, en especial los ordenadores

El 22 de ese mes se creó la escala de Ayudantes de Telecomunicación.

En 1960 Telégrafos puso en funcionamiento las centrales automáticas télex de Las Palmas de Gran Canaria, Santa Cruz de Tenerife y Oviedo y amplió las centrales télex de Madrid, Barcelona y Valencia en cuarenta abonados. Además se instalaron dos nuevos enlaces internacionales en Madrid y uno en Barcelona para mejorar las comunicaciones con el extranjero y se instaló un canal Madrid-Hamburgo para enlaces con dicha central télex.

En 1961 se creó la Cadena de Emisoras Sindicales (CES).

Leonard Kleinrock del MIT publicó en julio del mismo año el primer trabajo sobre «conmutación de paquetes», una nueva tecnología que permitía dividir los datos en paquetes y que éstos recorrieran rutas distintas para llegar a un mismo destino.

En octubre de este año la señal de TVE llegó a Sevilla y Galicia.

El 16 de noviembre se autorizó a Telégrafos a poner en funcionamiento el servicio telefotográfico entre Madrid y Barcelona, con instrucciones para su ejecución.

El 30 de noviembre se fundó la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) Sociedad Anónima del INI autorizada por 15 años. Surgió tras la fusión de Transradio Española S.A., la Compañía Internacional de Radio Española S.A. (CIRESA) y Torres Quevedo S.A., que venían explotando las comunicaciones radiotelegráficas internacionales.



La fotografía muestra la Sala de Aparatos de Telégrafos en el Palacio de Comunicaciones de Madrid en 1957; puede verse a los telegrafistas manejando equipos telegráficos de diversas tecnologías

En 1962 se instaló en Igualada la primera central telefónica automática del modelo Pentaconta 1.000 con capacidad para dos mil líneas, construida por SESA.

En este año TVE pasó a depender del Ministerio de Información y Turismo.

El 14 de enero

Radio Juventud de Barcelona fue la primera emisora que estrenó el sonido estereofónico en sus emisiones de FM.

El 30 de enero se aprobó el Reglamento de la Escuela Oficial de Telecomunicación.

El 10 de julio se lanzó y puso en órbita desde Cabo Cañaveral el primer satélite activo de comunicaciones Telstar I; en las siguientes semanas se realizaron transmisiones telefónicas y televisivas breves entre Estados Unidos y Europa.

En 1963 se inició en Estados Unidos la implantación de la nueva técnica de tratamiento de la voz llamada Pulse Code Modulation (PCM) que facilitaría la digitalización telefónica.

En este año el ingeniero alemán Bruch de la empresa Telefunken inventó el sistema de televisión en color PAL, variante del NTSC americano.

También ese año TVE se integró en la red de Mundovisión.

El 14 de febrero Estados Unidos lanzó el primer satélite activo de comunicaciones estacionario Syncom I que sólo funcionó veinte segundos; en julio se lanzó el Syncom II con pleno éxito. Se usó para las comunicaciones telefónicas, télex y facsímil entre África, Europa y América.



En la fotografía puede verse el primer grabador de video que fabricó la empresa Ampex en 1956 y que permitió a los estudios de televisión emitir programación grabada



La fotografía muestra el primer ordenador transistorizado fabricado en Estados Unidos; estos ordenadores se llamaron de segunda generación y su ahorro de energía era considerable así como su facilidad de programación como puede verse comparando esta fotografía con la del ENIAC de 1949

En agosto los Laboratorios Bell lanzaron el sistema Picturephone de videoteléfono en blanco y negro sin mucho éxito.

En octubre y noviembre se celebró la Conferencia Administrativa Extraordinaria de Radio-Comunicaciones en Ginebra dedicada a comunicaciones espaciales y radioastronomía.

El 26 de diciembre por Decreto se determinó la constitución del Consejo Nacional de las Telecomunicaciones.



(Izquierda) Fotografía del primer satélite activo de comunicaciones Telstar I que se lanzó y puso en órbita desde Cabo Cañaveral el 10 de julio de 1962 y que se utilizó para realizar transmisiones telefónicas y televisivas breves entre Estados Unidos y Europa en las siguientes semanas  
(Centro) Fotografía de Leonard Kleinrock del MIT que publicó en julio de 1961 el primer trabajo sobre «conmutación de paquetes», una nueva tecnología que permitía dividir los datos en paquetes y que éstos recorrieran rutas distintas para llegar a un mismo destino. Es el sistema en que viajan los datos por Internet  
(Derecha) El 14 de febrero de 1963 Estados Unidos lanzó el primer satélite activo de comunicaciones estacionario Syncom I que sólo funcionó veinte segundos; en julio se lanzó el Syncom II con pleno éxito. Fotografía del satélite que se usó para las comunicaciones telefónicas, télex y facsímil entre África, Europa y América

En 1964 entró en funcionamiento en España la Red Gentex (General Telegraph Exchange) a través del Plan de Automatización del Servicio Telegráfico Público (Gentex) y de Ampliación del Servicio Télex mediante 14 centrales de conmutación automáticas, situadas en las principales ciudades y con capacidad para 332 puestos distribuidos en 57 centros.

La CTNE instaló el radioenlace de banda ancha Madrid-Valencia con 960 circuitos y participó en la fabricación del satélite Echo II.

También ese año se inauguró la fábrica de aparatos telefónicos de CITESA en Málaga.

A finales de enero de 1964 todas las comunicaciones importantes de la red telegráfica quedaron constituidas por circuitos de telegrafía armónica: 880 canales eran utilizados para los servicios de telegrafía punto a punto, telegrafía pública (Gentex) y Télex Nacional mientras que 160 canales servían para el servicio Télex Internacional.

La señal de TVE llegó a Canarias en febrero, dando por cerrada la red.



(Izquierda) La fotografía muestra la Sala de Aparatos de Telégrafos del Palacio de Comunicaciones de Madrid en 1964; puede verse a los telegrafistas manejando equipos telegráficos de diversas tecnologías, algo más modernos que en la foto anterior  
(Derecha) Fotografía de un abonado al Servicio Télex de Telégrafos en 1964 fecha en la que los abonados se acercaban al millar. Normalmente el teletipo estaba en el despacho del Director de la Empresa y lo manejaba su secretaria



Fotografía de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en la Ciudad Universitaria de Madrid inaugurada en 1965. La enseñanza de la profesión se separa definitivamente de la Escuela Oficial de Telecomunicación de Telégrafos

En abril de este año Radio Nacional de España completó su plan territorial; su señal llegaba a cualquier parte de España.

El 18 de julio se inauguraron los estudios de TVE de Prado del Rey.

El 20 de agosto se firmó un acuerdo entre 19 países, incluida España, para el establecimiento de un sistema comercial mundial de telecomunicaciones por satélite, creando el Internacional Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT).

Telégrafos totalizó 959 abonados télex al final del año 1964.

1965-1974 La Escuela de Ingenieros de Telecomunicación. El satélite Intelsat I. El Día Mundial de las Telecomunicaciones. El segundo canal de TVE. La red ARPANET. El sistema operativo UNIX.-TVE en color. El protocolo Ethernet. CTNE absorbe ENTEL. El primer microprocesador. La red de datos de CTNE. El protocolo TCP/IP

En 1965 se inauguró la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en la Ciudad Universitaria de Madrid.

En este año comenzó a funcionar la Red Automática Nacional (RAN) de la CTNE.

El 6 de abril Estados Unidos lanzó el satélite de comunicaciones en órbita geoestacionaria Intelsat I ó Early Bird, primer satélite que unió permanentemente Europa y América a través de 240 canales telefónicos ó un canal televisivo.

En este año el norteamericano Roberts conectó, usando la técnica de conmutación de paquetes, una computadora TX2 en Massachusetts con un Q-32 en California a través de una línea telefónica conmutada a baja velocidad, creando así la primera red de ordenadores de área extensa.

El 23 de abril de 1965 Rusia puso en órbita el satélite de comunicaciones Molinya I.



(Izquierda) Sala de Aparatos de Telégrafos en Madrid en 1968; como puede verse la mayor parte de los aparatos son teletipos de la nueva tecnología de la época  
(Derecha) Fotografía de uno de los teletipos más usados y fiables en Telégrafos entre los años 1960-80: el teletipo Siemens «pulga»

El 17 de mayo la UIT celebró en Montreux la Conferencia conmemorativa del Centenario de la Unión. La UIT publicó el libro *Del semáforo al satélite* y se instituyó el 17 de mayo como Día Mundial de las Telecomunicaciones.

En agosto la CTNE inauguró el cable coaxial submarino Pencan I, entre San Fernando (Cádiz) y Santa Cruz de Tenerife, con 160 canales telefónicos.

Telégrafos tenía 1.232 abonados al servicio télex al final de este año y comenzó a sustituir las centrales télex automáticas paso a paso por centrales de barras cruzadas de Ericsson tipo ARB (locales) y ARM (regionales e internacionales). De esta forma se permitía la marcación desde el propio teclado del teletipo en vez de la marcación por disco que exigía un telemando separado del teletipo.

En 1966 finalizó el contrato de compra en exclusiva de material telefónico a SESA por la CTNE.

En este año se constituyeron Telettra Española S.A. e Intel-sa S.A. con participación en ambas de la CTNE al 50 por ciento.

El 16 de noviembre comenzaron las emisiones del segundo canal de TVE en la banda UHF: la segunda cadena.

Ese mes Radio Barcelona comenzó sus emisiones en FM.

Telégrafos tenía 2.081 abonados al servicio télex al final de 1966.

En 1967 caducó la concesión otorgada en 1927 a Transradio Española S.A. para la explotación de los servicios radiotelegráficos internacionales, subrogada en ENTEL seis años antes.



A la izquierda aparece la fotografía del norteamericano Roberts que, usando la técnica de conmutación de paquetes, creó en 1965 la primera red de computadoras de área extensa. En el centro aparecen Kem Thompson y Dennis Ritchie, los dos creadores en 1969 del nuevo sistema operativo para ordenadores denominado UNIX, desarrollado en los Laboratorios Bell. Por último, a la derecha se encuentra el norteamericano Robert M. Metcalfe que creó en 1970 la primera Red de Area Local (Local Area Network ó LAN) mediante el protocolo Ethernet



Fotografía de Federico Faggin, ingeniero de Intel, que en 1971 diseñó y fabricó el primer microprocesador de 4 bits en una sola pastilla (chip) con 2.300 transistores llamado Intel 4004; fotografía del microprocesador muy ampliada y fotografía del microprocesador encapsulado. Este invento revolucionó el mundo de los ordenadores

Ese año de 1967 la CTNE puso en funcionamiento el servicio telefónico interurbano desde las cabinas telefónicas y se abrieron los centros de comunicaciones radiotelefónicas de Pozuelo del Rey y Griñón al acceso directo de las comunicaciones con alta mar, posibilitando de esta forma la comunicación entre los teléfonos fijos y los buques en ruta.

En febrero de 1967 entró en servicio la estación de Comunicaciones Espaciales de Mas Palomas (Gran Canaria) de la CTNE.

El 23 de marzo la NASA y la CTNE firmaron un contrato sobre prestación de servicios de comunicaciones vía satélite.

Telégrafos tenía 2.321 abonados al servicio télex al final de este año.

Ese año la CTNE puso en servicio la estación terrena de comunicaciones espaciales de Buitrago que comunicó España con los países del continente americano a través de los satélites del sistema INTELSAT situados sobre el Atlántico.

El 17 de mayo Europa lanzó su primer satélite en órbita el Esro 2B.

En junio el organismo militar de Estados Unidos Advance Research Project Agency (ARPA) financió la construcción de una red de datos llamada ARPANET relacionada con el mundo académico y la investigación.

El 4 de julio de 1968 una Orden aprobó los Estatutos del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.

El 8 de septiembre se iniciaron las emisiones de FM de la SER en Madrid y Barcelona.

En 1968 Telégrafos disponía de una red telegráfica con 141.996 km de circuitos con 3.500 canales telegráficos, de los que 2.750 se utilizaban para enlaces de los servicios Télex y Gentex nacionales y 750 para los servicios Télex y Gentex internacionales. La red télex estaba formada por 63 centrales, que daban servicio a 4.405 abonados, con un total de 11.161.000 minutos tasados y enlazaba con 116 países; la infraestructura internacional estaba formada por tres grandes centrales automáticas internacionales, situadas en Madrid, Barcelona y Bilbao, que tasaban las comunicaciones mediante una ficha perforada para cada comunicación; el resto de la red se destinaba a tráfico nacional y las seis gran-

des centrales télex automáticas regionales de Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia, Sevilla y La Coruña, se comunicaban entre sí y con las 57 centrales télex automáticas locales ubicadas en las capitales de provincia y localidades de la geografía española.

En 1969 la CTNE puso en funcionamiento el cable submarino Barcelona-Pisa.

En este año TVE transmitió un partido de fútbol por primera vez mediante un enlace punto a punto vía satélite entre Sevilla y México.

El mismo año los americanos Kem Thompson y Dennis Ritchie desarrollaron en los Laboratorios Bell un nuevo sistema operativo para ordenadores denominado UNIX.

El 24 de octubre el Consejo de Ministros adoptó el sistema PAL de televisión en color para su implantación en España.

El 21 de noviembre se realizó en Estados Unidos la primera conexión «telnet» entre los ordenadores de la Universidad de Stanford y la UCLA de los Ángeles.

Telégrafos tenía 5.255 abonados télex al final de 1969.

En 1970 la CTNE desarrolló el Plan Rural, con la instalación de más de 20.000 líneas del sistema de conmutación Pentacenta 32 fabricado por SESA; puso en servicio el cable coaxial submarino TAT-5, que enlazó Conil (Cádiz) con Estados Unidos; y constituyó la empresa Cables de Comunicaciones participando al cincuenta por ciento con General Cable.

En este año la empresa Corning Glass desarrolló una fibra óptica con pérdidas inferiores a 20 decibelios por kilómetro.

El mismo año Robert M. Metcalfe desarrolló un sistema de conexión entre ordenadores en espacios reducidos de forma local mediante el protocolo «ethernet» creando la primera Red de Área Local (Local Área Network ó LAN).

El 13 de marzo de 1970 el Ministerio de Información y Turismo dio una orden dictando las normas para la distribución de la señal de televisión por cable y televisión en circuito cerrado.

El 13 de agosto Telégrafos instaló un ordenador para el proceso de datos del giro telegráfico.

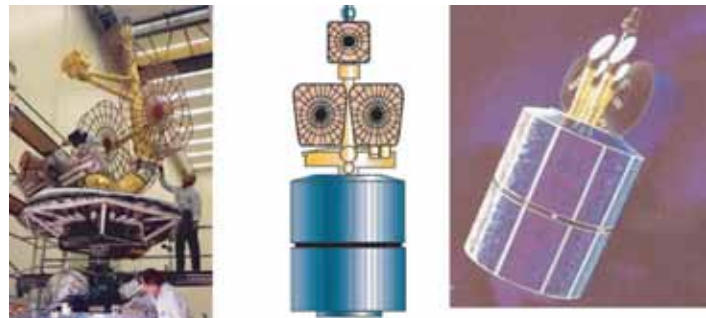
El 3 de diciembre una Orden del Ministerio de la Gobernación autorizó a los radioaficionados españoles a intercambiar mensajes con sus homólogos de todo el mundo.

El 19 de diciembre el Ayuntamiento de San Sebastián aprobó la integración de la red telefónica urbana en la CTNE.

Dos días después por Decreto se reorganizaron los servicios de Telecomunicación en España autorizando al INI para transmitir a la CTNE las acciones de ENTEL. El Estado transfirió a la CTNE los bienes e instalaciones de la antigua Transradio Española S.A., le otorgó la prestación de los servicios telegráficos costeros y portuarios y le encomendó la explotación del servicio público de transmisión de datos, pasando a Telégrafos el servicio telegráfico internacional que prestaba ENTEL.

Telégrafos alcanzó los 5.714 abonados télex al final de 1970.

En 1971 la CTNE puso en funcionamiento los cables submarinos Pencan II entre Gran Canaria y Cádiz, Transcan I



Esquema y fotografía del satélite Intelsat IV y un detalle de las antenas del satélite que fue lanzado el 25 de enero de 1971 y posibilitó el enlace entre la Península y Canarias a través de la Estación Terrena de Comunicaciones de Agüimes (Gran Canaria) inaugurada por la CTNE el 25 de abril de ese año

que unía Gran Canaria con Fuerteventura y Lanzarote y Penbal I entre Barcelona y Palma de Mallorca y creó los locutorios de playa para los turistas.

En este año Federico Faggin, ingeniero de Intel, de acuerdo con Robert Noyce, fundador de la empresa, diseñó y fabricó el primer microprocesador de 4 bit en una sola pastilla (CHIP) con 2.300 transistores llamado Intel 4004; este invento revolucionó el mundo de los ordenadores.

El 17 de enero de 1971 la CTNE inauguró una Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) pionera en Europa.

El 25 de enero se lanzó el primer satélite de la serie INTELSAT IV.

El 25 de abril la CTNE inauguró la Estación Terrena de Comunicaciones de Agüimes (Gran Canaria) que posibilitó el enlace entre la Península y Canarias a través del satélite INTELSAT IV.

Del 15 al 20 de mayo de 1971 se celebraron las III Jornadas Iberoamericanas de Comunicaciones vía Satélite donde se creó la Organización de Televisión Iberoamericana (OTI).

En junio la cadena COPE cambió a sociedad anónima con el nombre de Radio Popular S.A.

En septiembre la CTNE puso en servicio la primera Red Especial de Transmisión de Datos de Europa con seis centros de conmutación y retransmisión situados en Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia, Sevilla y León.

En noviembre Rusia creó la organización internacional de comunicaciones por satélite INTERSPUTNIK a la que se adhirieron los países del ámbito soviético.

El 24 de ese mes Rusia lanzó el primer satélite de la serie Molinya 2 de órbita elíptica.

Telégrafos contaba con 6.564 abonados télex al final de 1971.

En 1972 la CTNE inauguró el



Fotografías de Van Cerf y Bob Kahn que publicaron en mayo de 1974 en Estados Unidos las especificaciones definitivas del protocolo de comunicaciones TCP/IP que revolucionaría la conexión entre ordenadores



(Izquierda) Fotografía de un radioreceptor portátil transistorizado que se popularizó en los años setenta y que sólo necesitaba para su funcionamiento la energía de unas pilas sencillas del siglo XX. (Derecha) Fotografía de un televisor de 1970 en el que puede verse la evolución de los aparatos hacia la ocupación casi total del mueble por el tubo de imagen

servicio mensafónico entre Madrid y Barcelona, puso en funcionamiento la central de tránsito internacional y unió la arteria Norte-Sur entre Bilbao y Cádiz a través de un cable coaxial de 10.800 circuitos.

Entre el 6 y el 11 de marzo se celebró en Roma la primera Conferencia Internacional de las Uniones de Radiodifusión en la que se incluyeron los satélites de comunicación.

Del 24 al 26 de octubre se celebró en Washington la Conferencia Internacional de Comunicaciones por Ordenador donde se realizó la primera demostración pública de la Red ARPANET.

A finales de este año se inauguró en Madrid la Escuela Técnica de Peritos de Telecomunicación, posteriormente denominada de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

Telégrafos llegó a los 7.444 abonados al final de 1972.

En 1973 la CTNE inauguró el servicio directo entre Brasil y Canarias a través del cable submarino Bracan I de 160 circuitos; acabó de instalar Centrales Automáticas Interurbanas en cada una de las 50 capitales de provincia españolas e instaló los primeros sistemas de transmisión por Modulación de Impulsos Codificados (MIC ó PCM).

El mismo año se produjo la fusión de RNE y TVE en un organismo centralizado llamado RTVE.

En este año Gran Bretaña fue el primer país que desarrolló un sistema de teletexto en TV.

También el mismo año aparecieron las fibras ópticas multimodo de índice gradual.

En 1973 se realizó la primera conexión internacional en red entre los nodos de ordenadores de Estados Unidos, Noruega y Gran Bretaña.

El 18 de enero una Orden creó el Centro de Proceso de Datos de la Dirección General de Correos y Telecomunicación.

Desde septiembre a noviembre de 1973 se celebró en Torremolinos (Málaga) la X Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT y se redactó un nuevo Convenio Internacional de Telecomunicaciones que entraría en vigor en 1975.

Del 2 al 8 de noviembre se celebró en Río de Janeiro (Bra-



Bicicleta usada por los repartidores de Telégrafos en las zonas rurales; primero la bandeleta decía «Telecomunicación» y posteriormente «Telégrafos»

sil) la II Conferencia Mundial de Organismos de Radiodifusión.

A final de año se puso en funcionamiento en Barcelona la nueva central télex nacional e internacional en la calle Mayor de Gracia. Telégrafos alcanzó 7.961 abonados al servicio télex.

En 1974 la CTNE creó la División de Informática con servicios para las instituciones financieras, estatales y grandes empresas y culminó el proceso de automatización interurbana con la conexión directa entre las capitales de provincia y sus respectivas redes.

SESA comenzó en este año la fabricación de modems de banda base.

En mayo en Estados Unidos Van Cerf y Bob Kahn publicaron las especificaciones definitivas del protocolo de comunicaciones TCP/IP que revolucionaría la conexión entre ordenadores. La empresa BBN creó en Estados Unidos la primera versión comercial de ARPANET llamada Telenet.

El Decreto de 2 de mayo de 1974 organizó la instalación en inmuebles de distribución de señales de televisión mediante cable para evitar las antenas de recepción individuales.

El Decreto de 31 de mayo creó la Orden del Mérito de Telecomunicación.

El príncipe Juan Carlos de Borbón inauguró la Exposición Histórica de la CTNE en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid, con objeto de celebrar el cincuentenario de la Compañía.

El 20 de diciembre por Decreto se reorganizó la Dirección General de Radiotelevisión definiendo la RTVE como un servicio público centralizado.

Telégrafos contaba con 9.334 abonados al servicio télex al final del año.

1975-1984 El desarrollo del télex. El primer enlace con fibra óptica. El primer módem. El Servicio Público de Conmutación de Mensajes (SPCM). Las centrales electrónicas. El servicio Burofax. El ordenador PC. La telefonía móvil en España. Torrespaña. El servicio télex marítimo. ARPANET adopta el protocolo TCP/IP (nace Internet). Las televisiones autonómicas

En 1975 se inventó el Pentacenta 2.000 sistema de conmutación telefónica digital con control por programa almacenado.



(Izquierda) Perforadoras de Siemens. Las perforadoras se usaron en Telégrafos para automatizar el envío de varios telegramas con el mismo destino. La perforadora sacaba una cinta perforada que se transmitía por el transmisor automático. (Derecha) Fotografía de la parte trasera de un receptor morse de los que todavía se usaban en las zonas rurales de Telégrafos a principios de los años setenta del siglo XX

La CTNE se unió el mismo año con el INI y Fujitsu constituyendo la Sociedad Española de Comunicaciones e Informática (SECOINSA) para la producción y comercialización de equipos teleinformáticos.

En este año TVE se integró en el sistema de comunicaciones vía satélite y empezó a emitir en color la quinta parte de su programación televisiva.

En Estados Unidos Bill Gates y Paul Allen fundaron en 1975 la empresa Microsoft, fabricante de sistemas operativos para ordenadores personales.

El 28 de enero se puso en funcionamiento en Madrid la nueva central de télex nacional e internacional ubicada en la calle Conde de Peñalver.

El 6 de marzo se creó por Orden el Consejo Asesor de Programación de RTVE.

El 25 de marzo una Resolución de la Dirección General de Correos y Telecomunicación aprobó las instrucciones para el uso y utilización de los radioteléfonos PR 27.

El 3 de abril se estableció el servicio fonotélex y se reorganizó el servicio de telegramas por teléfono impuestos desde el domicilio del expedidor, extendiéndolo a todo el territorio nacional. Cinco días después se celebró en Málaga la VII Asamblea de la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicación (CEPT).

El 30 de mayo la Conferencia Espacial Europea (CSE) reunida en París acordó la creación de la Agencia Espacial Europea (AEE).



(Izquierda) Bill Gates fundó en 1975 la empresa Microsoft en Estados Unidos dedicada a fabricar sistemas operativos para ordenadores personales. Hoy día posee una de las primeras fortunas mundiales. Dennis Hayes (centro) lanzó en 1978 al mercado en Estados Unidos el primer módem en tarjeta para ordenador, esencial para las comunicaciones, especialmente para Internet. Uno de los primeros discos (centro) que permitía almacenar varios megabits de datos en los ordenadores comerciales. En la fotografía de la derecha podemos ver uno de los primeros sistemas de memoria de los ordenadores. Disponía de un hilo de escritura para escribir datos y otro de lectura para leerlos

El 17 de julio por Decreto la cadena SER y Radio Intercontinental hicieron donación al Estado del 20 por ciento de sus títulos de valores; durante los años siguientes lo hicieron la COPE, Radio España y la Cadena Rato.

El 12 de septiembre por Decreto se creó el Instituto Oficial de Radio y Televisión.

Diez días más tarde una Orden estableció las normas técnicas sobre televisión por cable en la banda UHF.

En octubre Correos montó una nueva central télex regional en León.

El 5 de diciembre por Decreto se anularon las sanciones impuestas al personal de Correos y Telégrafos por la Ley de Responsabilidad Política de 1939 y la CTNE otorgó un amplio indulto a todos los empleados de la Compañía sancionados por la Ley citada.

Telégrafos disponía en 1975 de 12.022 abonados télex. En esta fecha había 4.676 teletipos y 1.400 aparatos Morse, habiendo desaparecido los Hughes y los Baudot. Se cursaron un total de 16.426.000 telegramas y 3.972.892 giros telegráficos.

En 1976 la Compañía Bell de Estados Unidos instaló el primer enlace comercial del mundo que trabajaba sobre fibra óptica.

La CTNE puso en funcionamiento este año la central telefónica internacional de Ríos Rosas en Madrid con 6.000 enlaces y comenzó el tendido del primer cable submarino telefónico con capacidad para 1.840 circuitos entre España y la América de habla hispana, llamado Columbus, siguiendo el trazado del último viaje de Colón. Su tendido duró seis meses.

También se creó en este año el Atlantic Packet Satellite Network (SATNET).

El 11 de marzo se promulgó la Ley 3/1976 sobre expropiaciones forzosas y servidumbres de paso destinadas a establecer enlaces y vías de microondas para radiotelevisión.

Del 1 al 3 de septiembre se firmó el convenio constitutivo de la Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT), que entró en funcionamiento en 1979.

El 1 de octubre por Decreto se reestructuró la Dirección General de Radiodifusión y Televisión creando el Consejo General de Radiotelevisión Española.

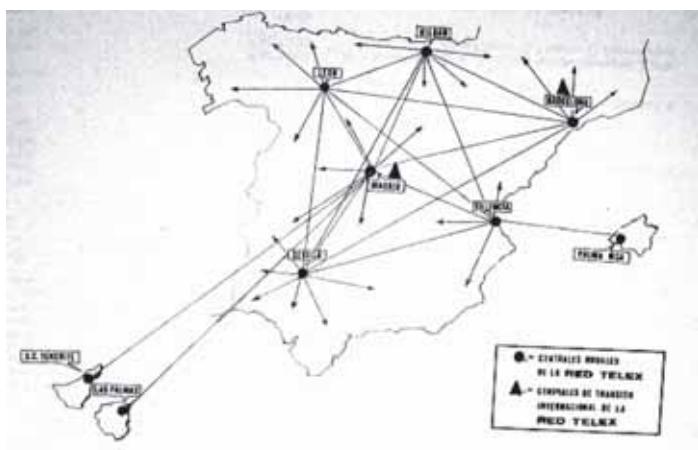
Telégrafos alcanzó los 13.673 abonados al servicio télex al final del año.

En 1977 se desarrolló el primer protocolo único (RFC 733) para correo electrónico (e-mail) por ARPANET.

En este año Telégrafos asignó a la unión temporal de empresas GTE-Telettra la construcción de un radioenlace de microondas Madrid-Valencia-Tarragona-Barcelona para los servicios télex y gentex.

El 3 de febrero se creó en Cataluña una delegación de la Escuela Oficial de Telecomunicación.

En marzo, en la reunión de la CEPT se decidió crear una Organización Europea de Telecomunicaciones por Satélite, llamada EUTELSAT.



La fotografía muestra el esquema de la Red Télex de Telégrafos en los años ochenta. El tráfico internacional se dirigía a través de las centrales télex de Madrid y Barcelona

El 4 de julio se creó el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del que pasó a depender la Dirección General de Correos y Telecomunicación.

Diez días más tarde cesaron las transmisiones de Radio España Independiente.

El 6 de octubre, por Real Decreto, se liberalizó la información general para todas las emisoras de radiodifusión, hasta entonces competencia exclusiva de RNE.

El 28 de octubre por Real Decreto se transformó el Servicio Público Centralizado Radiotelevisión Española (RTVE) en Organismo Autónomo.

Telégrafos alcanzó los 15.477 abonados al servicio télex al final de 1977.

En 1978 se puso en servicio la nueva emisora Radio Exterior de España (REE).

Este año la CTNE puso en servicio el cable submarino telefónico Pencan III entre Chipiona y Las Palmas de Gran Canaria.

También en ese año en Estados Unidos Dennis Hayes lanzó al mercado el primer módem para ordenador en tarjeta, esencial para las comunicaciones, especialmente en Internet.

Telégrafos llegó a los 18.095 abonados télex al final de 1978.

En 1979 Europa lanzó el cohete Ariane, ingenio espacial para colocar satélites en órbita.

CITESA fabricó en este año la primera centralita de conmutación electrónica.

También en este año T. Trescott, J. Ellis y S. Bellwin crearon USENET en Estados Unidos.

El 8 de septiembre nació la primera emisora municipal española: Radio Arenys de Mar.

Al final de 1979, Telégrafos tenía 20.563 abonados al servicio télex y 617 oficinas conectadas a la Red Automática Géntex; había cursado 12.135.000 telegramas y 4.600.000 giros urgentes (telegráficos).

En 1980 la CTNE puso en servicio la central internacional de Valencia, sistema Metaconta.

SESA instaló en RENFE en 1980 la primera línea de comunicaciones digitales sobre fibra óptica entre las estaciones madrileñas de Chamartín y Atocha.

En este año la CTNE puso en servicio en Madrid la primera central totalmente electrónica de INTELSA tipo AXE.

Telégrafos estableció el servicio Burofax entre Madrid y Barcelona este año.

En 1980 se asignó a la Dirección General de Correos y Telecomunicación la gestión del Servicio Público de Comunicación de Mensajes (SPCM), si bien el suministro de los terminales y de la red a los abonados lo siguió haciendo la CTNE como había hecho hasta esa fecha.

La Ley 4/1980, de 10 de enero, aprobó el Estatuto de RTVE atribuyendo al ente jurídico RTVE las competencias en la materia y creando las Sociedades Estatales Radio Nacional de España, Radio Cadena Española y Televisión Española.

El 9 de septiembre abrió sus puertas al público el Museo Postal y de Telecomunicación mostrando al visitante objetos diversos de Correos, una completa colección filatélica de España y del resto del mundo y numerosos aparatos telegráficos y telefónicos de Telégrafos.

Al final de 1980 Telégrafos alcanzaba los 23.310 abonados télex; 3.321 oficinas telegráficas; 2.014 ajenas al Estado y 1.307 propias, de las que 655 estaban conectadas a la red automática géntex y se habían cursado 10.147.000 telegramas y 3.300.000 giros telegráficos.

En 1981 CITESA y la CTNE instalaron de forma experimental 500 teléfonos electrónicos modelo Teide en Palma de Mallorca y 24 teléfonos de pago previo en varios puntos de Madrid.

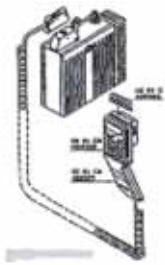
En este año la CTNE instaló una ruta digital de transmisión entre la central de tránsito de Madrid-Alcántara y la estación de seguimiento por satélite de Guadalajara; además desarrolló el sistema TESYS, un sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes de diseño exclusivo, propiedad de la CTNE.

El 23 de febrero de 1981 hubo un intento de golpe de Estado en España y la radio jugó un papel muy importante durante los acontecimientos, al mantenerse abiertos durante un tiempo los micrófonos del Parlamento, informando a la población del desarrollo del levantamiento y de su posterior fracaso.



Fotografía del ordenador personal IBM PC lanzado por IBM en 1981 al mercado doméstico. Microsoft diseñó el sistema operativo PC-DOS para la segunda versión del PC con diskettes. Muy pronto aparecieron ordenadores de otras marcas, entre ellas el M-20 de Olivetti que se ve en la fotografía de la derecha





Esquema de un teléfono móvil de primera generación de Estados Unidos diseñado para usar en vehículos

En este año la empresa IBM lanzó al mercado doméstico el ordenador personal (PC) de uso generalizado; Microsoft diseñó el sistema operativo PC-DOS para la segunda versión del PC con diskettes. Muy pronto aparecieron ordenadores de otras marcas, entre ellas Olivetti.

El 19 de octubre por Real Decreto se determinó la estructura y funciones de la Escuela Oficial de Comunicaciones.

En este año el Ministro de Transportes y Comunicaciones inauguró en el edificio de Telégrafos de Barcelona, en la calle Gracia, la primera central télex nacional e

internacional totalmente electrónica de INTELSA tipo AXB 20.

Al final de 1981 Telégrafos tenía 26.059 abonados télex, 79 abonados al SPCM con 1.639 terminales y 748 oficinas telegráficas estaban conectadas a la red automática géntex; la red telegráfica era de 25.821 km, con un desarrollo de 119.851 km de circuitos y se habían cursado 8.464.000 telegramas y 2.700.000 giros telegráficos.

En 1982 la CTNE comenzó a comercializar el sistema TMA de telefonía móvil, el primer sistema celular de España.

Se concedieron 300 nuevas emisoras en todo el territorio nacional durante ese año.

Los Reyes de España inauguraron en 1982 el edificio de Torrespaña de TVE.

En 1982 se creó el European Unix Network (EUNET).

Ese año INTEL fabricó el CHIP microprocesador de 16 bits, 80.286, con 134.000 transistores.

El 12 de enero una Instrucción creó la Medalla al Mérito en la Radioafición.

El 15 de marzo la Dirección General de Correos y Telecomunicación firmó con la CTNE un acuerdo para el establecimiento del servicio radiotélex en los barcos; las costeras y el personal pertenecían a la CTNE y la red de télex a la Dirección General de Correos y Telégrafos.

En mayo el grupo radiofónico Antena 3 comenzó sus emisiones.

Del 13 de junio al 11 de julio, con motivo de los Mundiales de Fútbol de 1982 en España, Telégrafos montó en los

estadios de fútbol 239 cabinas télex y 523 teletipos perforadores (en Barcelona 50 y 125, respectivamente) para servicio de la prensa, que tuvieron un gran éxito.

El 13 de julio se inauguró el servicio télex marítimo por medio del satélite INMARSAT.

Al final de 1982 Telégrafos tenía 29.246 abonados télex; 97 abonados al SPCM con 1.916 terminales; 3.091 oficinas telegráficas, 1.495 ajenas al Estado y 1.1596 propias, de las que 871 estaban conectadas a la red automática géntex; la red telegráfica era de 25.036,7 km con un desarrollo de 133.493,2 km de circuitos y se habían cursado 8.567.000 telegramas y 2.800.000 giros telegráficos.

La Asamblea de Naciones Unidas designó 1983 como Año Mundial de las Comunicaciones.

El 1 de enero de 1983 ARPANET adoptó oficialmente el protocolo TCP/IP. Hasta esa fecha se usaban diversos protocolos, siendo el más usual el Network Control Protocol (NCP). A petición del Departamento de Defensa de Estados Unidos se separaron la red militar (MILNET), de la dedicada a la investigación y de la de las universidades (ARPANET). A partir de este día todos los equipos conectados a ARPANET (más de 500 servidores) tuvieron que usar el protocolo TCP/IP para la conexión y el protocolo RF 822 para el correo electrónico (e-mail). Esta fecha se consideró como el nacimiento de INTERNET.

En 1983 la empresa norteamericana MCI comenzó a dar servicio de correo electrónico.

Ese año se creó la European Academic and Research Network (EARN) para dar servicio de transmisión de datos a las universidades y centros de investigación europeos.

El 4 de marzo se dictaron normas de funcionamiento sobre el servicio Radiotélex.

El 9 de mayo se crearon unas instrucciones para el curso del servicio telegráfico, utilizando el teléfono como medio de enlace.

El 30 de junio se aprobó la Reglamentación específica de los equipos transeptores de radiocomunicación PR 27.

El 18 de octubre se dictó una Resolución sobre prestación por Telégrafos del servicio Burofax.

En noviembre de 1983 Paul Mockapetris desarrolló el sistema de nombres de dominio (DNS) para la conexión de los servidores a Internet. Con ello deja de ser necesario recordar complicadas series numéricas para la conexión. La Red llegó ya a los 1.000 servidores implantados por todo el mundo.

La Ley 19/1983 de 16 de noviembre reguló el derecho a instalar en el exterior de los inmuebles las antenas de las emisoras radioeléctricas de aficionados.

La Ley 46/1983 de 26 de diciembre reguló el tercer canal de televisión o canales autonómicos. Desapareció el monopolio televisivo de TVE y comenzaron a emitir las cadenas autonómicas de televisión ETB del País Vasco, que lo venía haciendo desde agosto de 1983 y TV3 de Cataluña, que lo hacía desde el 10 de septiembre de 1983.



Fotografía del edificio de Torrespaña de TVE inaugurado en 1982 (Mundiales de fútbol en España) en Madrid por los Reyes de España y vista panorámica de Madrid en la que se aprecia el edificio Teletipo Sagem semielectrónico muy popular en Telégrafos desde mediados de los setenta hasta mediados de los ochenta



(Izquierda) Paul Mockapetris desarrolló en noviembre de 1983 el sistema de nombres de dominio (DNS) para la conexión de los servidores a Internet. (Centro) Puede verse una central télex de Telégrafos a mediados de los ochenta. (Derecha) Teletipo Siemens T-1000 que comenzó a usarse en Telégrafos a mediados de los años ochenta y que ya incorporaba circuitos integrados

Al final de 1983 Telégrafos tenía 31.443 abonados télex; 105 abonados al SPCM con 2.158 terminales; 2.912 oficinas telegráficas, 1.244 ajenas al Estado y 1.668 propias, de las que 975 estaban conectadas a la Red Automática Géntex; la red telegráfica era de 23.356 km con un desarrollo de 135.016 km de circuitos y se habían cursado 8.149.700 telegramas y 2.900.000 giros telegráficos.

En 1984 se tendió el primer cable submarino de fibra óptica entre Fort Grimaud y Antibes en la Costa Azul francesa.

El mismo año Apple sacó su Macintosh un PC con Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).

En este año el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) propuso los estándares para el servicio telefónico de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

SESA y CTNE desarrollaron este año un nuevo modelo de teléfono: el Satai Teide 2/2/1.

William Gibson en su novela *Neuromancer* sobre el mundo de las telecomunicaciones define y usa por primera vez el término ciberespacio.

Telégrafos alcanzó los 34.012 abonados al servicio télex a finales de 1984.

1985-1994. La Secretaría General de Comunicaciones. El sistema operativo Windows. El teletexto. El Libro Verde de la CEE. La red IRIS. Retevisión. El protocolo http (www). Hispasat. La televisión privada. El sistema operativo Linux. La red digital de servicios integrados (RDSI). Los satélites españoles. El navegador Netscape.

En 1985 se comenzaron las obras de rehabilitación del Palacio de Comunicaciones.

La CTNE instaló el primer cable submarino de fibra óptica con repetidores sumergidos entre Gran Canaria y Teneri-

fe (OPTICAN, formado por seis cables de fibra óptica con 7.680 canales de capacidad) y puso en servicio el primer sistema de fibra óptica entre las centrales de Corts y Cansena de Barcelona.

El mismo año la CTNE puso en servicio la estación terrena de comunicaciones por satélite en Armuña de Tajuña (Guadalajara) que trabajaba con los satélites del consorcio europeo EUTELSAT y realizó la primera demostración del datáfono en el locutorio de Madrid-Colón.

En 1985 empezaron los primeros contactos entre el Ministerio de Educación y Ciencia y la Fundación para el Desarrollo de las Comunicaciones (FUNDESCO), de la CTNE, para crear una Red Académica Nacional de Interconexión Informática (Proyecto IRIS).

En este año INTEL fabricó el CHIP microprocesador de 32 bits 80.386, con 275.000 transistores.

El 19 de junio por Real Decreto se creó en el Ministerio de Turismo, Transportes y Comunicaciones la Secretaría General de Comunicaciones. De ella dependían la Dirección General de Correos y Telégrafos, la Dirección General de Telecomunicación, también creada en el Real Decreto, y el Organismo Autónomo Caja Postal de Ahorros.

El 12 de julio se inauguró en Madrid-Cibeles la primera Oficina Integrada de Comunicaciones.

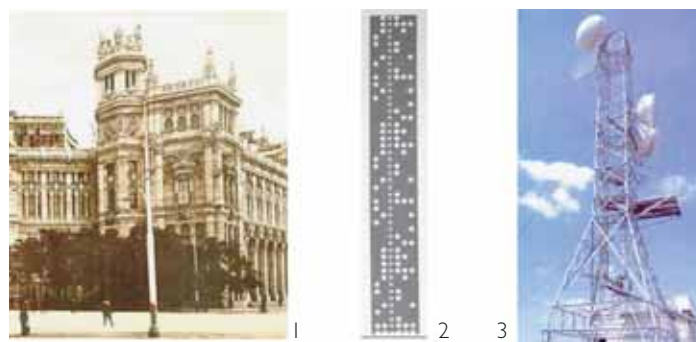
En este mes de julio comenzó sus emisiones la televisión autonómica de Galicia (TVG).

Telégrafos firmó en 1985 un acuerdo con RENFE para instalar un radioenlace de tecnología digital de 140 Mbit/s. entre Madrid y Barcelona; RENFE se hizo cargo del trayecto Madrid-Zaragoza y Telégrafos del trayecto Zaragoza-Barcelona.

El 20 de noviembre de 1985 Microsoft comercializó el sistema operativo para ordenadores personales Microsoft Windows 1.0 con Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).

Telégrafos contaba con 36.564 abonados télex al final de 1985.

En 1986 la CTNE comenzó el servicio de Videotext llamado Ibertex en Madrid y Barcelona e inició la comercialización



1. Palacio de Comunicaciones en Madrid, sede de los servicios de Comunicaciones desde 1922; en 1985 se rehabilitó el edificio.

2. Trozo de cinta perforada télex usada para automatizar el envío de telegramas o télex. Permitía enviar el mismo telegrama o télex a múltiples receptores o reunir todos los telegramas a enviar a un determinado destino.  
3. Torre del radioenlace Madrid-Valencia-Barcelona empleada para el servicio télex de Telégrafos en los años ochenta



(Izquierda) Primer teléfono móvil para vehículos comercializado por CTNE en España. (Centro) Parte superior del CHIP microprocesador de 32 bit Intel 80386 con 275.000 transistores, encapsulado y fabricado en 1985. (Derecha) Ante el gran éxito obtenido por el IBM PC y sobre todo de sus clónicos, IBM comercializó en abril de 1987 el ordenador personal PS/2 de la fotografía, que usaba patentes y tecnología propietaria. El modelo no prosperó y años después tuvo que volver a fabricar el antiguo PC

del servicio Ibercom de estructura digital en conmutación y transmisión que ofrecía servicios telefónicos y telemáticos.

En el año 1986 los telepuertos de la CTNE de Buitrago y de Tajuña se conectaron con los satélites EUTELSAT e INTELSAT.

En este año la empresa SECOINSA pasó a denominarse ICL España.

En 1986 comenzó a emitir el segundo canal de televisión vasca ETB-2.

También el mismo año TVE empezó a emitir el teletexto, adaptando el sistema de teletexto británico a 128 caracteres para incluir los acentos y la letra «ñ».

El 21 de marzo por Orden se aprobó el Reglamento de Estaciones de Aficionados.

En abril el grupo PRISA adquirió el 51 por ciento de las acciones de la cadena SER.

Telégrafos disponía de 39.243 abonados al servicio télex al final de 1986.

En 1987 la Comunidad Europea publicó el Libro Verde que promovió la liberalización del sector de equipos terminales y de los servicios de telecomunicación.

En este año Radio Madrid de la cadena SER fue la primera emisora española que incorporó los ordenadores a su redacción.

La SER y la CTNE llegaron el mismo año al acuerdo de distribuir programas por satélite desde la red de distribución de Armuña de Tajuña (Guadalajara).

La compañía francesa Alcatel compró en 1987 a Standard Eléctrica S.A. (SESA) formando el primer grupo europeo en sistemas de comunicación.

La CTNE pasó este año a llamarse Telefónica de España S.A. y firmó con las Administraciones Europeas un acuerdo para la implantación de un sistema telefónico móvil celular de ámbito paneuropeo a partir de 1991.

La Red de Telefonía Móvil Automática de Telefónica se extendió a 11 provincias con capacidad para 10.500 abonados ese mismo año.

En 1987 se homologó el sistema Phone-Lan 5.700 fabricado por SESA, sistema integrado de voz y datos y base de la primera red de área local en el mundo.

Telefónica puso en funcionamiento este año la Red Iberpac X-25 con el protocolo X-25.

El mismo año comenzaron a emitir el Canal América de TVE y el canal autonómico Canal Sur de la Comunidad Andaluza.

El 21 de febrero se dictaron instrucciones para la interconexión de los servicios Telefax a Burofax y viceversa.

En abril IBM comercializa su ordenador personal PS/2, que era muy difícil de clonar tecnológicamente y legalmente, con el objeto de ganar el mercado de los ordenadores personales.

El 12 de junio las acciones de Telefónica comenzaron a negociarse en Wall Street (Nueva York).

El 25 de junio se aprobó la Directiva 87/372/CEE sobre las bandas de frecuencia a reservar para la introducción coordinada de comunicaciones móviles terrestres digitales celulares públicas paneuropeas en la Comunidad.

En diciembre la Comunidad Europea adoptó el programa de banda ancha llamado «Programa de la Comunidad para Investigación y Desarrollo en Comunicaciones de Banda Ancha» (RACE).

El 18 de diciembre se aprobó la Ley 31/1987 de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT).

Telégrafos alcanzó la cifra de 41.956 abonados al servicio télex al final de 1987; a partir de esta fecha los abonados télex empezaron a disminuir.

En 1988 la CEE creó el GSM o «Sistema Global para las Comunicaciones Móviles».

En este año el «Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico» (PNI) creó el marco organizativo y financiero para el desarrollo del Proyecto de Interconexión de los Recursos Informáticos (IRIS) de las Universidades y Centros de Investigación.

Del 15 al 18 de marzo se reunió en España la Conferencia Europea de Correos y Telégrafos (CEPT).

En abril de 1988 se creó el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI).

El 3 de mayo se aprobó la Ley 10/1988 que reguló la televisión privada, autorizando la emisión a canales comerciales de televisión en régimen de concesión administrativa.

En junio se constituyó la Coordinadora de Asociaciones de Emisoras Municipales en toda España.

En diciembre Telefónica automatizó el último centro manual de teléfono en la localidad de Polopós, en la Alpuja-



Fotografía de un buque cablero moderno y de un tractor especial (Scarab) del buque cablero usado en 1990 para el tendido de cables submarinos de fibra óptica

rra granadina, convirtiendo en realidad la automatización integral de España.

El 28 de diciembre en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para 1989 se creó la Red Técnica Española de Televisión (RETEVISION) como operadora de servicios de telecomunicación para gestionar la red pública de transporte y difusión de señales de televisión y radio en todo el territorio nacional, traspasando al nuevo organismo la red técnica de difusión de señales por vía terrena, hasta entonces propiedad de RTVE.

La red de TMA de Telefónica en 1988 llegó a 31 provincias, con 31.000 abonados.

Telégrafos tenía 38.472 abonados télex y 164 abonados al servicio SPCM con 1.911 terminales al final de 1988. A partir de esta fecha los abonados al servicio SPCM empezaron a disminuir, hasta que en 1996 desapareció el servicio.

En 1989 Telefónica instaló el cable submarino telefónico de fibra óptica PENBAL III con capacidad para 57.600 circuitos entre la Península y Baleares y participó en el primer cable submarino telefónico de fibra óptica UK SP 4 entre España y el Reino Unido.

El mismo año Telefónica puso en servicio las primeras líneas experimentales de la nueva Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

En este año el Canal América de TVE pasó a denominarse Canal Internacional.

También en 1989 la Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE) adquirió el 51 por ciento de las acciones de la Cadena radiofónica Rato.

En Estados Unidos este año MCI Mail y CompuServe sacaron al mercado la primera conexión de correo electrónico para Internet.

El mismo año INTEL fabricó el CHIP microprocesador de 32 bits 80.486 con 1.000.000 de transistores.

El 10 de febrero el Real Decreto 169/1989 aprobó el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Ondas Métricas con Modulación de Frecuencia.

En marzo Tim Berners-Lee, nombrado Sir en 2.003, hizo al CERN (Consejo Europeo de Investigación Nuclear) en Suiza, una propuesta titulada «Information Management: A Proposal: Introduction of linked information systems, non-linear text systems», en la que introduce el hipertexto (el lenguaje HTML y el protocolo HTTP así como la URL). Su propósito original era permitir el acceso y el intercambio de información entre los miembros del CERN. Al final, esto se convirtió en la World Wide Web.

El 2 de mayo comenzó a emitir la cadena autonómica madrileña Tele Madrid; también comenzaron sus emisiones por estas fechas los canales autonómicos Canal 9 (Valencia) y el segundo canal catalán C 33.

En julio se constituyó la Sociedad Hispasat para la contratación de los satélites y la explotación del sistema.

El 1 de septiembre el Consejo de Ministros aprobó la concesión de tres licencias de televisión privada en España, adjudicadas



Tim Berners-Lee, nombrado Sir en el año 2.003. En marzo de 1989 inventó para uso del CERN (Consejo Europeo de Investigación Nuclear) en Suiza el lenguaje HTML (con hipertexto) y el protocolo HTTP así como la URL. En 1991 desarrolló el primer servidor y cliente de Web en el CERN de Suiza con lenguaje HTML. El sistema se ha popularizado en Internet.

Parte superior (*centro*) e inferior (*derecha*) del CHIP microprocesador de 32 bit Intel 80486 con 1.000.000 transistores, encapsulado y, fabricado en 1989

cándolas a las empresas Antena 3, Telecinco y Canal Plus. Antena 3 y Telecinco emitieron en abierto y Canal Plus parte en abierto, aunque a comienzos de 1990 la mayoría era codificado.

El 3 de octubre de 1989 la Comunidad Europea aprobó la Directiva 89/552/CEE sobre Televisión sin Fronteras.

Telégrafos tenía 34.685 abonados télex al final de 1989.

En 1990 Telefónica puso en servicio las primeras cabinas modulares que funcionaban con monedas y tarjetas y firmó el protocolo de acuerdo sobre el sistema de radiomensajería europeo ERMES.

En este año Telefónica puso en servicio los cables submarinos telefónicos de fibra óptica PENBAL IV entre Valencia e Ibiza, PENCAN IV entre la Península y Canarias y TRANSCAN 2 que enlazó Gran Canaria-Fuerteventura-Lanzarote y el cable submarino telefónico de fibra óptica Almería-Melilla compuesto de 6 pares de fibra óptica con capacidad para 9.600 circuitos a 140 Mb/s., que careció de regeneradores submarinos y era el sistema más largo del mundo sin repetidores: unos 200 km.

En 1990 se firmó en Madrid un acuerdo para la construcción y tendido de un cable submarino telefónico de fibra óptica entre Sudáfrica y Europa: SAT-2. En este acuerdo participaron British Telecom, Deutsche Bundespost Telekom, Compañía Portuguesa, Radio Marconi, France Télécom, Southafrican Post Office y Telefónica de España; el cable unió Ciudad del Cabo, Canarias y Madeira con una velocidad de transmisión de 650 Mb/s. Desde Madeira el cable SAT-2 se prolongó a través del cable EURAFRICA Madeira-Portugal-Francia-Canarias y desde Canarias a la Península a través del cable PENCAN V en el año 1992.

En este año Telefónica instaló un cable de fibra óptica entre Roquetas-Almería de 6 pares de fibra monomodo con capacidad para 38.400 circuitos y velocidad de transmisión de 560 Mb/s.

El mismo año Telefónica inició la comercialización del sistema de telefonía móvil analógico TACS 900 con el nombre de Moviline.

En 1990 la Segunda Cadena de TVE pasó a denominarse La 2 y comenzó a desdoblarse las emisiones, y ofreció dos programaciones distintas, una para las comunidades con canal de televisión propio y otra para las regiones sin canal de TV autonómico.



Fotografía de Linus Torvalds sólo y con un equipo de ingenieros, creador en octubre de 1991 de la primera versión del sistema operativo Linux que adoptó el sistema de GPL (Licencia Pública General) en enero de 1992, en oposición al software propietario de Windows. En la tercera fotografía se ve el logotipo del SO Linux. Actualmente la Comunidad Extremeña en España lo ha adoptado para su Red de Enseñanza con el nombre de Linex (Linus Extremeño)

Ese año se realizó en Atlanta (Estados Unidos) la primera demostración con éxito de transmisión digital de televisión vía satélite.

El mismo año desapareció oficialmente la red ARPANET y se impuso INTERNET como la red de redes.

En 1990 Microsoft comercializó el sistema operativo Windows 3.0.

Ese año se celebró la exposición Eurotelecom 90 en Madrid y Telégrafos montó un sistema de videoteléfono a través de un canal digital de 64 Kbits./s. entre el Centro de Barcelona y la sede de la exposición; el Rey habló desde Madrid con el director territorial de Barcelona.

El 1 de junio la Dirección General de Correos y Telégrafos implantó la Red Integrada de Comunicaciones Oficiales (RICO) mediante centrales digitales electrónicas.

El 28 de junio la Comunidad Europea aprobó la Directiva 90/388/CEE sobre la competencia en los mercados de servicios de telecomunicaciones.

En julio de 1990 la Red IRIS en España adoptó el protocolo TCP/IP e inició la conexión a Internet de los centros universitarios y de investigación.

En diciembre ya existían cuatro centros de la Red IRIS conectados a Internet.

Telégrafos totalizó 30.166 abonados télex al final de 1990.

En 1991, con la liberalización del teléfono principal se completó el proceso español de liberalización de terminales, iniciado en 1988 con la liberalización de los supletorios.

En este año Telefónica instaló en Barcelona el segundo telepuerto de España disponiendo de una central internacional digital con 16.230 enlaces y un centro de datos con 12 conmutadores de paquetes para el tráfico internacional.

El mismo año el Canal Internacional de TVE comenzó a ofrecer dos programaciones distintas, una para Europa y otra para América.

En 1991 Tim Berners-Lee desarrolló el primer servidor y cliente de Web en el CERN, de Suiza, con lenguaje HTML.

En marzo de 1991 la Red IRIS empezó a conectar a instituciones académicas y científicas mediante el servicio de interconexión de redes de área local (SIDERAL).

El 8 de abril se aprobó la Ley 11/1991 de Organización y control de las emisoras municipales de radiodifusión sonora, que legalizó 500 emisoras de los Ayuntamientos.

El 11 de octubre se aprobó el Proyecto de reforma de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones.

Linus Torvalds anunció en octubre de 1991 la primera versión del sistema operativo Linux. Poco tiempo después, en enero de 1992 se adoptó la GPL, Licencia Pública General, para Linux, que le añade libertades totalmente opuestas a las del software no libre, permitiendo su modificación, redistribución, copia y uso ilimitado lo que le ha dado una estabilidad y funcionalidad sin precedentes.

Por Real Decreto de 13 de diciembre Correos y Telégrafos pasó a ser Organismo Autónomo, cambiando de marco jurídico. El Decreto también aprobó el Estatuto de dicho Organismo.

El 26 de diciembre se firmó el tercer contrato entre el Estado y Telefónica de España; el Estado como regulador y árbitro del sector de las telecomunicaciones sustituyó el título de concesión por un contrato administrativo con una vigencia de 30 años.

Telégrafos disponía de 25.613 abonados télex al final de 1991.

En 1992 Telefónica inauguró el servicio del cable telefónico submarino TAT-9 entre Norteamérica y Europa con amarre en España y el Pencan V entre la Península y Canarias.

En este año Cabitel, empresa filial de Telefónica, abrió en Madrid una sala de videoconferencia de uso público y poco después abrió otras salas en Sevilla y Barcelona.

El mismo año Telefónica puso en servicio los primeros aparatos del sistema de Telefonía Rural por Acceso Celular (TRAC) que facilitaron las comunicaciones con lugares de difícil acceso o población dispersa.

En 1992 se fundó la Internet Society (ISOC) como un organismo encargado de supervisar el desarrollo de la red.

En este año el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) liberó la tecnología world-wide-web (www), hoy más comúnmente llamada web.



Fotografía de la Torre de Montjuich de 136 metros, obra de Santiago Calatrava, que Telefónica inauguró en Barcelona en 1992 para las comunicaciones de los Juegos Olímpicos



Fotografía de la torre de Collserola de 268 metros de altura, obra de Norman Foster; inaugurada en Barcelona en 1992 por el Ayuntamiento de Barcelona, TVE, Telefónica y Retevisión

El 14 de enero el ministro de Obras Públicas y Transportes presentó en Toulouse la maqueta del satélite español de comunicaciones de órbita estacionaria Hispasat 1 A.

El 3 de abril de 1992 se aprobó el Plan Nacional de Telecomunicaciones (PNT) que preveía una inversión en el sector de 7.045 billones de pesetas en los próximos doce años para universalizar los servicios básicos e incorporar las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones. La mayoría de las inversiones de Correos y Telégrafos se dedicaron a la compra de edificios.

Desde abril hasta octubre de 1992 se celebró en España la Exposición Universal de Sevilla. Telefónica había puesto en funcionamiento a finales de 1991 en Sevilla las centrales telefónicas digitales tipo RDSI llamadas Cartuja I y Cartuja II para ser utilizadas en la Expo 92.

En la cabina de Prensa de la Expo 92, Telégrafos instaló 14 teletipos con línea télex y 18 Burofax.

RTVE participó con Canal Sur en Tele-Expo, que retransmitió las imágenes de la Exposición Universal de Sevilla a todo el mundo.

En 1992 y con motivo de la celebración de los Juegos Olímpicos en Barcelona Telefónica inauguró la torre de comunicaciones de Montjuich de 136 metros, obra de Santiago Calatrava, para facilitar los servicios de radiocomunicación y participó junto con TVE, Retevisión y el Ayuntamiento de Barcelona en la torre de Collserola de 268 metros de altura, obra de Norman Foster.

En este año Microsoft comercializó Windows 3.1.

El mismo año Intel introdujo la arquitectura PCI Bus en los ordenadores personales.

En mayo la radiocadena COPE fundó Cadena 100 dedicada principalmente a la música.

El Comité de Inversiones de Correos y Telégrafos aprobó el 11 de mayo el Proyecto de Correo Electrónico X-400 para ofrecerlo a las empresas clientes del servicio télex, aunque que no llegó a salir a concurso.

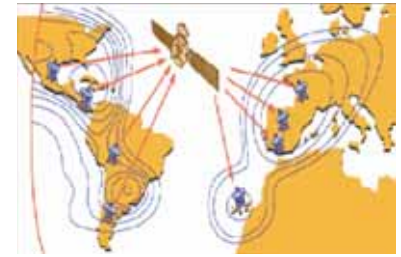
En junio RTVE creó, junto al Comité Olímpico Internacional y la Televisión Autonómica Catalana, el organismo Radio Televisión Olímpica (RTO) encargado de retransmitir a todo el mundo las imágenes de los Juegos Olímpicos de Barcelona.

Telégrafos instaló en cada una de las 68 ubicaciones de los Juegos Olímpicos dentro de las cuatro provincias catalanas cabinas télex con dos o tres teletipos con línea télex y un equipo Burofax. Además instaló en el Centro de Barcelona 20 equipos Burofax para la empresa de correo urgente de Estados Unidos EMS, patrocinadora de los Juegos.

El 11 de septiembre de 1992, con la presencia del Príncipe de Asturias y otras autoridades, el vuelo número 53 de Ariane se elevó desde las instalaciones de Arianespace en Kourou (Guayana Francesa) y puso en órbita (30 grados Oeste) el primer satélite de comunicaciones español, Hispasat 1 A.



En la primera fotografía puede verse el satélite español Hispasat 1 B lanzado en julio de 1993, en la segunda el Centro de Control para satélites de Hispasat y en la tercera la cobertura del satélite Hispasat 1 B que comprende España y los países americanos de habla hispana



El 23 de octubre el Real Decreto 1273/1992 reguló el otorgamiento de concesiones y la asignación de frecuencias del servicio público de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia a las Corporaciones Locales.

Telégrafos tenía 21.276 abonados al servicio télex al final de 1992.

En 1993 Telefónica comercializó la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) conocida como la Autopista de la Información.

En este año la empresa filial de telefónica al 100 por 100 Telecomunicaciones Marinas S.A. (TEMASA) contó con un nuevo buque cablero que se dedicó al tendido y mantenimiento de cables submarinos telefónicos en el Mediterráneo. El buque contaba con una tripulación de 32 personas y podía llevar a cabo cualquier reparación tanto de cables coaxiales como de fibra óptica y operar los vehículos sumergibles para el tendido y reparación de cables. La base del buque estaba en el puerto de Valencia.

En 1993 Radio Exterior de España llegó a ser la primera emisora en castellano de Onda Corta y la tercera del mundo, tras la BBC y Radio Vaticano.

En este año Jordi Adell, Carles Bellver, Toni Bellver, Enric Navarro y Enric Silvestre, de la UJI (Universidad Jaume I, situada en Castellón) registraron en el CERN la primera web española: <http://www.uji.es>. En ese momento había tan sólo 100 direcciones web en el mundo.

El mismo año el Gobierno aprobó la Ley 35/1992 y el Reglamento correspondiente por el que se concedió a RTVE cuatro canales del satélite español Hispasat para emisión de las señales de Tele Deporte, Canal Clásico, TVE-Internacional e Hispavisión.

En 1993 comenzaron las emisiones de Euronews con la participación de TVE y las de los dos primeros canales de televisión por satélite en España: Cinemanía y Documanía.

El mismo año en Estados Unidos se fundó Mosaic Communications Corporation (MCC) y lanzó el primer navegador para Internet: Mosaic.



(Izquierda) Parte superior del CHIP microprocesador Intel Pentium con 3.100.000 transistores, encapsulado y fabricado en 1993.  
 (Centro) En la fotografía se ve el teleimpresor Siemens T-1200 utilizado en Telégrafos durante los años noventa, que disponía de un sencillo procesador de textos.  
 (Derecha) Fotografía de la pantalla del navegador Netscape 1.0 de finales de 1994, que llegó a ser el navegador más utilizado a mediados de los noventa hasta que Microsoft lanzó el Navegador Internet Explorer incorporándolo a su SO Windows. Actualmente se sigue usando cuando se necesita una seguridad mejorada frente a ataques en Internet respecto al Internet Explorer

Este año INTEL comercializó el procesador 80.586, llamado Pentium, con 3.100.000 transistores.

El 27 de abril Correos y Telégrafos firmó un convenio de uso de un canal del Hispasat para prestar servicios de telecomunicaciones, sin ninguna utilidad para el Organismo hasta cinco años después, al no haberse puesto en marcha el proyecto de Correo Electrónico X-400.

El 21 de mayo el Real Decreto 765/1993 aprobó el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Ondas Medias que obligó al cambio de frecuencia de varias emisoras.

El 4 de junio un Real Decreto declaró bien de interés cultural con la categoría de monumento histórico el Palacio de Comunicaciones de Madrid.

Por estas fechas Microsoft comercializó su sistema operativo Windows NT.

En julio se lanzó el segundo satélite del sistema Hispasat, el satélite Hispasat 1B pues al poco tiempo de la puesta en órbita de Hispasat 1A comenzaron a detectarse fallos técnicos con la antena principal. El problema, una falta de alineación en el reflector de la antena directa de televisión (DBS), obligaba a usar antenas parabólicas de 60 centímetros en el sur del país y de 75 centímetros en las Islas Canarias. Todos los canales de televisión se pasaron al nuevo satélite Hispasat 1B.

Del 30 de noviembre de 1993 al 3 de diciembre se celebró en el Palacio de Comunicaciones el I Congreso internacional de Comunicaciones organizado por la Secretaría General de Comunicaciones y la Universidad Complutense de Madrid.

En diciembre de 1993 ya había 13 servidores WWW en España.

Telégrafos contaba con 16.658 abonados al servicio télex al final de 1993.

El 1 de enero de 1994 desapareció la franquicia telegráfica.

Ese año el Consejo de Europa aprobó la Resolución 17/11 que estableció el 1 de enero de 1998 como la fecha de creación de un mercado único de las telecomunicaciones.

En 1994 ATT, Italcable, TELMEX y Telefónica tomaron la iniciativa para la construcción del cable submarino telefónico por fibra óptica COLUMBUS II para unir México-EEUU-España. El cable estaba constituido por 2 pares de fibras ópticas a 565 Mb/s. con capacidad para 15.000 circuitos.

El mismo año RTVE se integró en la cadena paneuropea ARTE y comenzaron las emisiones a través del Hispasat de Tele Deporte, Canal Clásico y las de TVE Hispavisión para América.

En 1994 Catalunya Informació fue la primera emisora en España en digitalizar los sistemas de producción.

En este año nació la empresa proveedora de acceso a Internet y correo electrónico Goya Servicios Telemáticos, representante en España de la red internacional EUNET.

En el mismo año se introdujo el protocolo HTTP (WWW) en la Red IRIS. En aquel momento FUNDESCO cedió la dirección de la Red al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En esta fecha 35 universidades españolas disponían de una conexión con Red IRIS.

El 1 de abril Retevisión inició las emisiones a través de Hispasat para los cinco nuevos canales de difusión directa por satélite (DBS). Dos eran de RTVE y uno de cada una de las emisoras privadas de televisión: Antena 3, Telecinco y Canal Plus.

El Real Decreto 1486/94, de 1 de julio, aprobó la ampliación del mercado de la telefonía móvil digital (GSM). La elección de una segunda licencia de telefonía móvil se realizó mediante concurso público.

El 12 de julio se aprobó la Ley 25 /1994 que incorporó al ordenamiento jurídico español la Directiva Europea 89/552/CEE sobre Televisión sin Fronteras.

El 3 de octubre Telégrafos realizó una prueba piloto en Sevilla del servicio de giro por teléfono.

En noviembre apareció el protocolo RFC 1725, «Post Office Protocol, version 3», dedicado al protocolo de correo electrónico POP3.

En estas fechas Netscape Communications lanzó su primer navegador: Netscape Navigator (su nombre interno fue Mozilla).

También en noviembre *El Periódico* se convirtió en el primer diario en permitir la consulta on line de su edición periódica de papel mediante una BBS.

En diciembre de 1994 se adjudicó la segunda licencia de telefonía móvil GSM al consorcio Airtel-Reditel-Sistelcom.

A finales de año la empresa IBM anunció que dejaba de fabricar el ordenador personal PS/2 y volvió a fabricar el primitivo PC estándar.

Telégrafos tenía 12.328 abonados télex al final de 1994.

## 1995-2004. El arranque de la telefonía móvil: Movistar y Airtel. Windows 95. Office 95. Internet Explorer. Infovía. Los ordenadores portátiles TFT. Outlook. Amena. Windows 98. El televisor de plasma. El televisor LCD. El retraso en los terminales UMTS. La tecnología LMDS (sin hilos). El satélite Amazonas

En 1995 Telefónica participó en la instalación de los cables submarinos telefónicos trasatlánticos TAT-10 y TAT-11 entre Europa y Norteamérica.



Teléfono móvil GSM marca Ericsson GA 318 de Movistar de 1995. La telefonía móvil supuso una reducción en el concepto de telefonía que estaba establecido

En este año Telefónica Servicios Móviles inició la comercialización en España del primer sistema digital GSM (Global System for Mobile Communications) de telefonía Móvil con el nombre de Movistar. Los terminales, pequeños y manejables, influirían notablemente en nuestros hábitos.

El mismo año TVE Internacional comenzó a emitir para Europa a través del satélite Eutelsat II F6.

También en 1995 se crearon los primeros ISP (Proveedores de Servicios de Internet): Cinet, Servicom, Abaforum, Avertel, Intelcom, la mayoría en Cataluña.

En este año Sun Microsystems inventó el lenguaje JAVA.

El mismo año salió al mercado el programa RealAudio, que transmitía sonido y voz por Internet.

En marzo se lanzó la versión electrónica del diario catalán *Avui*.

El 10 de julio la Internet Society aprobó la rama catalana: ISOC-CAT.

En ese mismo mes Telefónica creó la red Ibernet.

En agosto Telefónica anunció la aparición de un producto llamado Infovía, mediante el que sería posible acceder a Internet con el mismo coste (139 pesetas), desde cualquier lugar del territorio nacional donde se conectara el usuario.

El 3 de octubre Airtel Móvil inició el servicio GSM de telefonía móvil. El contrato con la Administración se firmó en febrero de este año.

En este mes se realizó en Barcelona la primera retransmisión en directo por Internet del campeonato automovilístico Rallye Cataluña-Costa Brava del Real Automóvil Club de Cataluña.

El 31 de octubre la emisora americana de onda corta Radio Liberty dejó de emitir tras 36 años de funcionamiento.

En diciembre de 1995 Microsoft lanzó su nuevo sistema operativo Windows 95 vendiendo un millón de copias en cuatro días, el programa Office 95 (paquete integrado con procesador de textos: Word, hoja de cálculo: Excel y base de datos: Access) y su primer navegador Internet Explorer.

El 12 de diciembre se aprobó la Ley 37/1995 de Telecomunicaciones por satélite.

El 19 de diciembre la red Infovía servicio on-line empezó a funcionar, entrando Telefónica en el mercado de los proveedores de Internet en España.

El 22 de diciembre se aprobaron la Ley 41/1995 de Televisión Local por Ondas Terrestres y la Ley 42/1995 de Telecomunicaciones por cable.

Telégrafos acabó de instalar este año una red de transmisión de paquetes X-25 con siete nodos principales: Barcelona, Bilbao, Valencia, Sevilla, León y dos en Madrid, además de nodos terminales en cada provincia. Esta red estaba destinada a la implantación del proyecto de correo electrónico X-400 que no se realizó.



Telefónica inauguró en Madrid en 1996 la primera tienda TeleSpacio. Para conectarse a ella era necesario un software que Telefónica regalaba y que venía en el CD de la fotografía



Microsoft lanzó su nuevo sistema operativo Windows 95 en diciembre de 1995, vendiendo un millón de copias en cuatro días; en la fotografía se ve la pantalla de inicio de Windows 95

Al final del año Telégrafos contaba con 8.576 abonados télex.

Al final de 1995 había más de 5 millones de servidores en el mundo conectados a Internet.

En 1996 la Cadena SER realizó la primera retransmisión en sistema digital.





Teletipo Olivetti TE 550 E que ya incorporaba un completo procesador de textos y fue uno de los últimos teletipos usados en Telégrafos a mediados de los noventa

El mismo año TVE Internacional comenzó sus emisiones en sistema digital con compresión MPEG.

En este año Telefónica tendió el cable submarino RIOJA entre Santander y el punto de amarre del TAT-10 en el sur de Inglaterra para conectar la red telefónica

española con Norteamérica y realizó las conexiones terrestres con Europa por medio de fibra óptica con Francia.

En 1996 se produjo la eclosión de Internet en España, extendiéndose su uso en empresas y particulares.

En este año comenzaron a aparecer los primeros ordenadores portátiles con pantalla de color a cristal líquido activo TFT y el sistema operativo Windows 95 alimentados con batería recargable.

En 1996 el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación puso en marcha junto con el Instituto de la Ingeniería de España el Centro Servidor de Información Corporativa dando acceso a Infovía e Internet y cuentas de correo electrónico a los ingenieros de todas las especialidades.

En este año se inició el proceso de privatización de la Sociedad Hispasat.

En enero la Fundació Catalana para la Recerca puso en marcha el directorio hispano Ole.

El 14 de febrero la Asociación de Usuarios de Internet (AUI) inauguró el Primer Congreso de Usuarios de Internet e Infovía.

El 13 de marzo se aprobó la directiva 96/19/CE que modificaba la 90/388/CEE en lo relativo a las fechas de plena competencia en los mercados de telecomunicaciones europeas.

En abril Telefónica vendió la empresa SINTEL a la norteamericana Mastec.

En mayo Telefónica inauguró en Madrid la primera tienda TeleEspacio, primera del mundo que incorporaba sistemas virtuales de telecarga y de acceso remoto a través de Infovía e Internet.

El 3 de julio se fundó la compañía Madritel, operador de cable, encargada de prestar servicios de televisión, telefonía e Internet a la Comunidad de Madrid.

En este mes OLE S.L. compró el buscador Ole a la Fundació Catalana per a la Recerca.

En septiembre Microsoft, formando parte de Internet Explorer 3.0, lanzó el programa Internet Mail and News 1.0. Posteriormente, el programa se renombró como Outlook.

El 6 de septiembre se aprobó el Real Decreto 1994/1996 que aprobaba el Reglamento de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

El 13 del mismo mes se sancionó el Real Decreto 2066/1996 por el que se aprobaba el Reglamento Técnico de prestación del servicio de telecomunicaciones por cable, a partir del cual surgen los operadores de cable.

Telégrafos contaba con 4.622 abonados télex al final de 1996.

Internet llegó a los 9.400.000 servidores en todo el mundo al final del mismo año.

El 8 de enero de 1997 Intel fabricó el microprocesador de 32 bit Pentium MMX a 200 Mhz. con 4.500.000 transistores.

En enero de 1997 se constituyó la empresa Distribuidora de Televisión Digital (DTS) liderada por Telefónica junto con otras cadenas de televisión. Esta empresa fue la plataforma comercial de la Televisión por satélite Vía Digital.

El 31 de enero el Real Decreto-Ley 1/1997 incorporó al Derecho español la directiva 95/45/CE sobre el uso de normas para la transmisión de señales de televisión y medidas adicionales para la liberalización del sector.

El mismo día el Real Decreto 136/1997 aprobó el Reglamento Técnico y de prestación del servicio de telecomunicaciones por satélite.

En febrero inició sus actividades con funciones reguladoras la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT).

En este mes el Gobierno español vendió el paquete de acciones que conservaba de Telefónica de España pasando su capital a ser totalmente privado.

El mismo mes la numeración telefónica en Zaragoza pasó a tener nueve cifras como experimento piloto para la implantación del Plan Nacional de Numeración previsto para el 4 de abril de 1998 realizado por la Secretaría General de Comunicaciones.

También en febrero Telefónica Servicios Móviles lanzó al mercado MoviStar Activa, sistema de prepago que permitía disponer de una tarjeta en el teléfono móvil con un saldo que se consumía según se hablaba. En marzo lo haría Airtel.

El 3 de marzo empezó a funcionar Espamix el nodo neutro de acceso a Internet en España.

El 24 de abril se aprobó la Ley 12/1997 de liberalización de las telecomunicaciones.

El 7 de mayo Intel fabricó el microprocesador de 32 bit Pentium II a 300 Mhz. con 7.500.000 transistores.

En mayo se puso en marcha el capítulo aragonés de ISOC: ISOC-ARA.



Tres fotografías con vistas desde arriba, de lado y desde abajo del CHIP microprocesador Intel Pentium MMX a 200 Mhz. con 4.500.000 transistores, encapsulado, fabricado en enero de 1997



Dos fotografías con vistas desde arriba con una regla para comparación de tamaños y de lado del CHIP microprocesador Intel Pentium II a 300 Mhz. con 7.500.000 transistores, encapsulado, fabricado en mayo de 1997

En mayo se puso en marcha el capítulo aragonés de ISOC: ISOC-ARA.

El 16 de junio el Real Decreto 903/1997 reguló el acceso mediante redes de telecomunicaciones al servicio de atención de llamadas telefónicas de urgencia a través del número 112.

En julio Telefónica adquirió el 25 por ciento del capital de Antena3 TV.

En septiembre Vía Digital comenzó sus emisiones de TV por satélite con el sistema de pago.

Del 1 al 11 de octubre se celebró en el Palacio de Comunicaciones de Madrid el Congreso de la Asociación Internacional de Museos de Comunicaciones y Transportes (IATH) con la participación del Museo Postal y Telegráfico de Madrid y del Museo de Telecomunicaciones de Telefónica.

En este mes nació la compañía Jazz Telecom S.A.

En diciembre de 1997 la Internet Society aprobó la rama andaluza ISOC-ANDA.

Telégrafos contaba con 3.568 abonados télex al final de 1997.

Correos y Telégrafos instaló en 1997 una red de comunicaciones digitales por satélite utilizando el canal alquilado a Hispasat en 1994. La red constaba de sistemas punto a punto para las capitales de provincia y estaciones VSAT para los centros locales, con el Centro de Control en Madrid.

Correos y Telégrafos instaló durante este año 50 autoservicios postales y 50 autoservicios de telecomunicación en oficinas importantes, centros comerciales, estaciones y aeropuertos.

Internet llegó a los 17.000.000 servidores en todo el mundo al final de año.

En 1998 las emisoras de radio empiezan a tener página en Internet y algunas de ellas ofrecen su programación en formato del programa RealAudio.

En este año se privatizó el sistema telefónico brasileño Celebras. Un consorcio, liderado por Telefónica, ganó el concurso por Telesp que operaba en São Paulo. Otros grupos en los que participaba Telefónica consiguieron la adjudicación de dos de las operadoras móviles de Brasil. Con ello comenzó la expansión telefónica por Latinoamérica que iría aumentando en años sucesivos.

El 9 de enero Retevisión inició sus operaciones en servicios interprovinciales e internacionales como segundo operador de telefonía fija en España.

Ese mismo día se alcanzó un acuerdo para crear una agencia internacional de registro de nombres y dominios de Internet.

El 16 de febrero un Real Decreto aprobó el nuevo Estatuto de Correos y Telégrafos por el cual cambió otra vez el marco jurídico para convertirse en Entidad Pública Empresarial Correos y Telégrafos.

El 27 de febrero se aprobó el Real Decreto-Ley 1/1998 sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación (ICT's). El Real Decreto obligaba a la presentación de un proyecto de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones junto a los proyectos de construcción y se fijaba, sin expresarlo tácitamente, que la autoría de los mismos fuera competencia de los Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

En marzo Telefónica adoptó un nuevo modelo de gestión con cinco líneas de actuación: Telefónica de España, Telefónica Internacional, Telefónica Móviles, Telefónica Media y Telefónica Intercontinental, sociedad conjunta con Portugal Telecom.

En este mes Retevisión anunció que competiría con Telefónica en Internet y adquirió Servicom y Redes TB, que eran los mayores proveedores de Internet en España.

El mismo mes salió el primer número del suplemento de nuevas tecnologías de *El País*: Ciberp@is.

El 24 de abril se aprobó la Ley 11/1998 General de las Telecomunicaciones que incorporó las disposiciones comunitarias vigentes para promover la plena competencia.

El 12 de mayo una resolución de la CMT dispuso la sustitución del servicio de acceso a la información Infovía por Infovía Plus el 1 de diciembre de 1998.

Tres días después Euskaltel lanzó el primer servicio de acceso gratuito a Internet de un operador, limitado a los usuarios de la red Euskalnet.

En mayo Telefónica lanzó el nuevo modelo de teléfono Domo; en este mes comenzó a funcionar el servicio Infovía Plus.

El 30 de junio de 1998 Retevisión Móvil ganó el concurso para la tercera licencia de telefonía móvil DCS 1800 Mhz.



Fotografía de uno de los 50 autoservicios postales y 50 autoservicios de telecomunicación que Correos y Telégrafos instaló durante 1997 en oficinas importantes, centros comerciales, estaciones y aeropuertos. La iniciativa no tuvo éxito entre el público



Fotografías de una caja de teléfono móvil MoviStar Activa con teléfono marca Alcatel en febrero de 1997 y de una caja de teléfono móvil Airtel de prepago con teléfono marca Bosch en marzo de 1997

de ámbito nacional por 25 años. En julio se constituyó como sociedad anónima y firmó el contrato de concesión con el Ministerio de Fomento. Telefónica Móviles y Airtel recibieron sendas licencias en la misma banda.

En agosto de 1998 se creó la Fundación Telefónica para fomentar las aplicaciones sociales de las telecomunicaciones.

El 17 de septiembre Retevisión lanzó Iddeo como su proveedor de Internet. Por primera vez un ISP tenía red propia de transporte (Retenet). Redes TB y Servicom se integraron en la nueva plataforma Iddeo.

El 9 de octubre el Real Decreto 2169/1998 aprobó el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre.

En noviembre Telefónica creó dos nuevas líneas de negocio: Telefónica Data, que se ocupó de la transmisión de datos y Telefónica Interactiva que se encargó de todos los negocios de Internet y de los servicios on-line asociados.

El 1 de diciembre de 1998 tuvo lugar en España la liberalización total de los servicios e infraestructuras de telecomunicaciones, incluida la telefonía básica. A partir de este momento todos estos servicios sin excepción se prestaron en régimen de competencia en nuestro país.

El 6 de diciembre se clausuró la última Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT del siglo xx, en Minneápolis.

En este mes Microsoft lanzó su nuevo sistema operativo Windows 98 y una nueva versión de Office. Por esa época Microsoft era la empresa con más capital en el mundo.

El 30 de diciembre se aprobó la Ley 50/1998 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, que modificaba algunos aspectos de los servicios postales y de telecomunicación, así como también de la legislación sobre televisión privada. Con la Ley de Acompañamiento de los Presupuestos de 1998 aparece el proyecto Ceres en el que la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre y Correos y Telégrafos se convertían en los organismos encargados de velar por la seguridad y la eficacia de las comunicaciones electrónicas y en este contexto empieza a desarrollarse la firma digital.

A finales de 1998 comenzaron a aparecer los primeros televisores planos de plasma.

El número de abonados télex de Telégrafos al final del año era de 3.170.

En 1999 la UIT organizó en Ginebra la exposición Telecom 99 donde se presentaron los prototipos de teléfonos

móviles con capacidad para trabajar con el protocolo WAP (Wireless Application Protocol) para acceso a Internet a más velocidad que los móviles existentes.

El 18 de enero Telefónica desactivó Infovía y el acceso a Internet mediante el 055 y lo sustituyó por Infovía Plus para permitir la entrada de otros competidores en el mercado.

El 24 de enero comenzó a prestar servicio Retevisión Móvil con el nombre de Amena.

El 4 de febrero British Telecom (BT) compró el proveedor de Internet Arrakis que tenía 65.000 clientes.

En este mes se sustituyó oficialmente el código Morse en las comunicaciones de socorro marítimas sustituido por otros sistemas a través de satélites; la comunicación con código Morse continuó en activo entre los radioaficionados de todo el mundo.

El mismo mes entró en servicio el cable submarino telefónico panamericano que unía Chile, Perú, Ecuador, Panamá, Colombia, Venezuela, Aruba y Estados Unidos en el que participó el Grupo Telefónica.

El 4 de marzo Madritel inició la prestación de servicios.

El 20 de marzo ABC presentó Teknologic@, su revista en Internet sobre nuevas tecnologías en su edición digital.

El 24 de marzo de 1999 Uni2 adquirió los proveedores de Internet CTV y Jet.

Dos días después apareció el virus Melissa, creado por David L. Smith, virus de macro que afectaba a los documentos del procesador de textos Microsoft Word y se propagaba por correo electrónico tomando los primeros cincuenta nombres de la libreta de direcciones de Outlook.

En abril Telefónica Móviles lanzó un nuevo servicio de convergencia Internet-móvil denominado MoviStar Net que permitía al usuario gestionar su correo electrónico desde el teléfono móvil.

En este mes Microsoft presentó la versión española de MSN.

El 7 de abril se firmó el convenio para la creación del punto neutro catalán de Internet: Catmix.

El 16 de abril se aprobó el Real Decreto-Ley 6/1999 de Medidas Urgentes de Liberalización e incremento de la Competencia que en su artículo séptimo trató de telecomunicaciones.

En mayo Telefónica Media creó su corporación radiofónica mediante la adquisición a la ONCE de la cadena de radio Onda Cero y la incorporación de 51 emisoras de Radio Voz.

El mismo mes Telefónica vendió su filial Telecomunicaciones Marítimas S.A. (Temasa) a Tyco Submarine Systems Ltd. (TSSL).

El 7 de junio la Ley 22/1999 incorporó a la legislación española la Directiva 88/552/CEE sobre disposiciones relativas al ejercicio de actividades de radiodifusión televisiva, modificando la Ley 25/1994 de 12 de julio.

El día siguiente Airtel lanzó el servicio de acceso a Internet Airtelnet Directo, gratuito para los abonados a los contratos de telefonía móvil.

El 17 de junio Retevisión lanzó el primer acceso gratuito comercial de Internet en España, creando la marca Alehop.

En este mes Jazztel comenzó a ofrecer sus servicios de Internet con el lanzamiento de Jazznet; el 1 de julio ofreció acceso gratuito a Internet contratando sus servicios de telefonía.

En julio la EPE Correos y Telégrafos creó dos filiales: Correos Telecom encargada de las telecomunicaciones y Correo Híbrido encargada del correo electrónico X-400.

En este mes Intel fabricó el microprocesador de 32 bit Pentium III a 750 Mhz.

El 23 de julio el Real Decreto 1287/1999 aprobó el Plan Técnico Nacional de la Radiodifusión Sonora Digital Terrestre.

En agosto Jazztel lanzó el servicio de acceso a Internet gratuito para particulares: Jazzfree.

En septiembre Telefónica puso en servicio el acceso a Internet en banda ancha con la tecnología ADSL (Asimetric Digital Subscriber Line) para que los usuarios de Internet pudieran disfrutar de tarifa plana y alta velocidad.

El 17 de septiembre se aprobó el Real Decreto-Ley 14/1999 sobre firma electrónica.

El 22 de septiembre se inauguró en Barcelona ExpoInternet99.

Dos días después Menta y el Ayuntamiento de Barcelona iniciaron una campaña de correo electrónico gratuito para todos los ciudadanos.

En octubre Telefónica Interactiva pasó a denominarse Terra Networks S.A. para el desarrollo de los negocios de Internet en España y Latinoamérica.

En este mes Jazztel lanzó su portal generalista Ya.com

En octubre se creó el capítulo gallego de ISOC: ISOC-GAL.

El 4 de octubre Airtel lanzó el portal de Internet Navegalia.

El 11 de octubre Terra Networks lanzó un servicio de acceso a Internet con tarifa plana y tecnología ADSL a 256 Kbit/s.

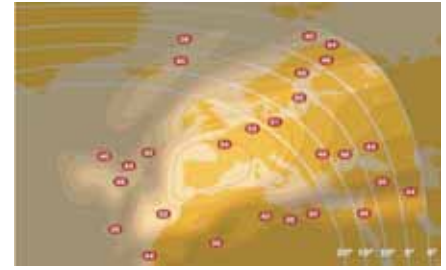
En noviembre BT lanzó el portal de Internet para empresas Netgocio.

A comienzos de noviembre Sharp presentó en el SIMO en Madrid el primer televisor plano de 20 pulgadas de cristal líquido (LCD) con tecnología TFT (Thin Film Transistor).

El 24 de diciembre la CMT anunció que había 647 proveedores de Internet en España.



Fotografía del CHIP microprocesador Intel Pentium III a 750 Mhz. encapsulado fabricado en julio de 1999



Fotografías de la cobertura total y europea del satélite español Hispasat 1 C lanzado en febrero de 2000

El 29 de diciembre se aprobó la Ley 55/1999 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social que modificó la Ley General de Telecomunicaciones (artículo 66), la legislación sobre televisión privada (artículo 67) y la legislación sobre radio digital, la LOT, y la Ley sobre el tercer canal de televisión en las disposiciones adicionales 30, 31, y 32.

Telégrafos cursó 8.814.000 telegramas y 1.680.000 giros telegráficos en 1999; los abonados al servicio télex eran 2.756.

A finales de 1999 las empresas y la Administración pusieron en marcha el Plan Nacional para el Efecto 2000 con objeto de evitar cualquier tipo de afección a los ciudadanos y clientes por fallos y anomalías en los sistemas informáticos al entrar el nuevo año 2000. La entrada de año prácticamente no afectó por las medidas tomadas.

En el año 2000 la EPE Correos y Telégrafos comenzó la fase de ensayo e instalación del sistema X-400 que permitió las transmisiones telegráficas mediante terminales informáticos y consiguió la integración en la automatización de los procesos productivos de las oficinas de Correos y Telégrafos, iniciada a mediados del año 1999.

En este año MoviStar obtuvo cuatro licencias UMTS en Europa: Alemania, Italia, Suiza y Austria.

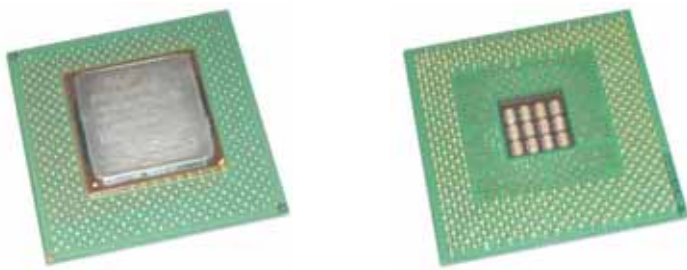
El 13 de enero Amena obtuvo la autorización general tipo C de Proveedor de Acceso a Internet.

El 1 de febrero Retevisión segregó el negocio de Internet residencial cediendo los clientes de Iddeo, Alehop, Redes TB y Servicom a la nueva empresa eresMas Interactiva S.A.

En este mes Hispasat lanzó el satélite Hispasat 1C en la posición orbital 30.º Oeste.

En marzo MoviStar, Amena, Airtel y Xfera consiguieron las cuatro licencias concedidas por el Ministerio de Fomento para ofrecer telefonía móvil de tercera generación con la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). En relación con esta tecnología cabe indicar que los terminales de telefonía móvil de color con la definición requerida a precio asequible tardaron varios años en estar disponibles (hasta el segundo semestre de 2004), lo que originó cuantiosas pérdidas a las compañías de telefonía móvil que consiguieron una licencia UMTS al tener que pagar una alta tasa anual y no tener ningún ingreso por este concepto en los casi cuatro años siguientes.

En este mes Microsoft lanzó su nuevo sistema operativo Windows 2000.



Dos fotografías con vistas desde arriba y desde abajo del CHIP microprocesador Intel Pentium IV a 1,3 Ghz. encapsulado fabricado en noviembre de 2000

En abril el número de líneas de telefonía móvil supero en España al número de líneas básicas de telefonía fija.

En este mes MoviStar inició la comercialización del servicio WAP para telefonía móvil.

El 27 de abril se aprobó el Real Decreto 557/2000 de reestructuración de los Departamentos ministeriales creándose el Ministerio de Ciencia y Tecnología que asumió las competencias de la Secretaría General de Comunicaciones del Ministerio de Fomento transformándola en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

El 7 de junio MoviStar lanzó el servicio de convergencia Internet-móvil: e-mocion.

El 23 de junio se aprobó el Real Decreto-Ley 7/2000 de Medidas Urgentes en el Sector de las Telecomunicaciones que redujo el coste de llamadas metropolitanas, la tarifa plana de Internet y impulsó la competencia en telefonía móvil.

En julio los principales proveedores de Internet: Telefónica, Retevisión, Terra, Wanadoo, Arrakis, etc. ofrecieron ofertas de acceso a Internet con tarifa plana.

En septiembre de 2000, Hispasat, a través de su filial brasileña Hispamar, obtuvo la adjudicación de la posición orbital de 61.º Oeste, tras ganar el concurso público convocado por el órgano regulador brasileño.

A finales de septiembre y durante el mes de octubre los principales proveedores de Internet: Telefónica, Retevisión, Terra, Wanadoo, entre otros, lanzaron portales de Internet especializados para empresas.

El 28 de septiembre de 2000 el Gobierno traspasó Radio-televisión Española a la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) dependiente del Ministerio de Hacienda.

Dos días después Retevisión realizó las primeras emisiones de Radio Digital (DAB) comercial.

El 27 de octubre Terra Networks compró el portal norteamericano de Internet Lycos.

El 31 de octubre la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información publicó una Resolución atribuyendo los códigos 908 y 909 al servicio de acceso a Internet desde la red pública telefónica.

El 24 de noviembre Retevisión lanzó el servicio de Internet de banda ancha (256 Kbit/s.) vía acceso directo por radio

con la tecnología Local Multipoint Distribution Services (LMDS).

En noviembre de 2000 Intel fabricó el microprocesador de 32 bit Pentium IV a 1,3 Ghz.

El 19 de diciembre Madritel se incorporó al grupo AUNA, primer operador integral de telecomunicaciones. Dentro del grupo estaban también Retevisión y Amena, entre otras empresas de telecomunicaciones.

El 29 de diciembre se aprobó la Ley 14/2000 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social que en el artículo 55 creó la Entidad Red.es que, entre otros cometidos, regulaba el registro de los nombres y direcciones de dominio de Internet bajo el código de país correspondiente a España (.es). Por el artículo 58 se constituyó la Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, Sociedad Anónima.

Telégrafos disponía de 2.398 abonados télex al final del año 2000.

El 10 de enero de 2001 MoviStar lanzó comercialmente el servicio GPRS (General Packet Radio Service) que permitía acceder a Internet desde el móvil a través del empaquetamiento de los datos y suponía un avance en la rapidez y economía de la transmisión de datos desde un teléfono móvil.

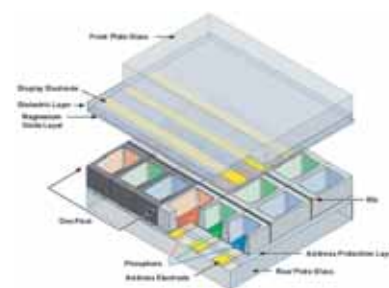
En enero Telefónica lanzó el servicio Fonom@il que permitía interactuar con el correo electrónico a través del teléfono y sin necesidad de ordenador.

El 1 de febrero Amena consiguió 4 millones de clientes en sólo dos años de actividad.

En febrero Sky Point, concesionaria de una licencia de acceso vía radio en la banda de 26 Ghz. LMDS inició la comercialización de sus servicios. Los otros dos concesionarios de esta misma banda, Firstmark y Banda Ancha, lo harían poco después.

Ese mes Telefónica puso a disposición de los usuarios de RDSI el servicio contestador automático en red.

El 21 de marzo Abrared, concesionaria de una licencia de acceso vía radio en la banda de 26 Ghz. LMDS inició la comercialización de sus servicios bajo la marca Neo. Broadnet y Banda 26, también concesionarios de la misma banda de frecuencias, lo harían el 29 de mayo y el 9 de julio, respectivamente



A finales de 1998 comenzaron a aparecer los primeros televisores planos de plasma; una descarga en el gas daba luz ultravioleta que era absorbida por los fósforos rojo, verde y azul de cada uno de los píxeles en que se descomponía la imagen entregando la luz propia de los colores primarios. A la izquierda se ve el detalle de funcionamiento, y a la derecha un televisor plano colocado en la pared de un hogar doméstico

El 23 de mayo Wanadoo lanzó el servicio de acceso a Internet WanadooADSL.

En junio Telefónica lanzó una pasarela que permitía el acceso inalámbrico a Internet con ADSL.

El 21 de junio Amena lanzó el primer servicio comercial GPRS para empresas.

En julio de 2001 MoviStar superó los quince millones de clientes en España.

En agosto Telefónica implantó el contestador automático en todas las líneas fijas.

En septiembre Telefónica Media cambió su nombre por Admira.

En septiembre de 2001 Vía Digital presentó el primer portal interactivo de la televisión.

El 28 de septiembre el Real Decreto 1066/2001 aprobó el Reglamento que establecía condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

En octubre la operadora británica Vodafone que ya había conseguido hacerse con el control absoluto de Airtel, inició un proceso para cambiar el nombre de marca a Vodafone, con una etapa de transición en la que la compañía se conoció como Airtel-Vodafone, para meses después abandonar la enseña Airtel y quedarse como Vodafone España.

En este mes Terra lanzó ADSL Plus, la única oferta en el mercado con servicios y contenidos de pago.

El mismo mes Telefónica bajó sus tarifas fijas y MoviStar redujo sus precios GPRS.

El 25 de octubre Microsoft lanzó su nuevo sistema operativo Windows XP en dos versiones: Home (Hogar) y Professional y el programa Office XP en varias versiones.

En noviembre de 2001, Telefónica comenzó la prueba piloto para instalar acceso inalámbrico a Internet en hoteles con línea ADSL 2 Mb., lanzó los servicios de Recarga Móvil que permitía facturar el consumo de móvil en una línea fija y el de Identificación de llamada en espera. Así mismo, adaptó sus teléfonos de monedas para recibir al euro.

En este mes Vodafone introdujo la mensajería instantánea en sus redes, una forma más rápida y efi-



Escritorio del sistema operativo de Microsoft Windows XP comercializado el 25 de octubre de 2001



El rápido desarrollo de la telefonía móvil a comienzos del nuevo siglo XXI ha exigido la multiplicación de antenas como las de la fotografía que hacen posible la prestación de nuevos y mejores servicios

caz de comunicarse por medio de mensajes de texto SMS o WAP.

El 20 de noviembre Amena lanzó el servicio GPRS para todos sus clientes de telefonía móvil.

Dos días después, el papa Juan Pablo II, envió por correo electrónico el documento final del Sínodo de Obispos para Oceanía a todas las diócesis de dicho continente. Es el primer documento que el Vaticano publicó a través de este medio.

En diciembre MoviStar ofreció en e-moción logos animados y tonos polifónicos y lanzó un servicio de «mensajería instantánea».

El 27 de diciembre se aprobó la Ley 24/2001 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social que modificaba la Ley 11/98 General de Telecomunicaciones, el procedimiento de asignación de nombres y direcciones de dominio bajo el código del país correspondiente a España (.es) y el Estatuto de Radio y Televisión.

Vodafone cerró el año 2001 con la realización de la primera llamada itinerante 3G del mundo entre España y Japón.

Telégrafos contaba con 2.017 abonados télex al final del año 2001.

En enero de 2002 Vodafone contrató a Ericsson como proveedor de mensajería multimedia global (MMS), una evolución del SMS que permitía a los clientes enviar y recibir mensajes utilizando texto, imágenes, audio y video.

En marzo Vodafone lanzó el primer servicio itinerante GPRS europeo. Los clientes podían acceder a servicios como el correo electrónico de la compañía, la información de la intranet y personalizada a través de sus teléfonos móviles, portátiles o PDAs, a través de GPRS.

En marzo de 2002 Telefónica bajó sus tarifas provinciales e interprovinciales de telefonía fija.

El mismo mes la Junta General de Antena 3 aprobó por mayoría la compra de Onda Cero.

También en marzo MoviStar modificó su forma de cobro: anuló la cuota mensual para todos sus clientes y cobró un mínimo se consumiera o no.

En abril MoviStar abrió el servicio de roaming con Corea del Sur y Japón, sedes del Mundial de Fútbol.

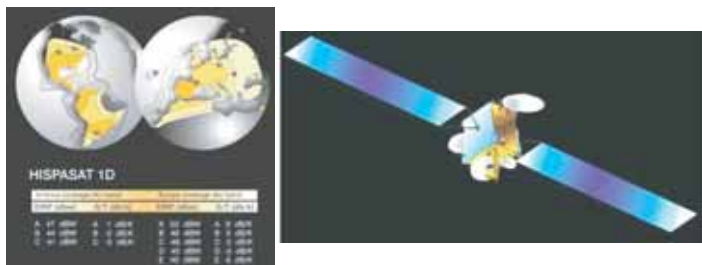
En mayo Sogecable y Telefónica acordaron la integración de sus plataformas digitales de TV.

El 29 de mayo de 2002 Amena fue el primer operador que ofreció servicios MMS.

En junio Telefónica incorporó el Servicio Mensajes de Texto a su red de telefonía fija.

En julio Telefónica posibilitó a todos sus clientes la consulta, impresión y descarga de su factura por Internet y amplió las prestaciones del Contestador Automático en Red.

En agosto MoviStar superó los 18,1 millones de clientes en España, lanzó el primer juego en España basado en localización y un servicio de saludos de buzón de voz.



Fotografía del nuevo satélite español Hispasat 1 D lanzado el 18 de septiembre de 2002 en la posición orbital 30° Oeste y de su área de cobertura

En septiembre MoviStar ofreció a todos sus clientes un servicio de mensajería multimedia con fotos, voz, sonido y textos integrados.

Este mes Telefónica lanzó el nuevo Servicio Contestador desde Internet que permitía acceder al buzón desde un PC conectado a la red.

El 18 de septiembre de 2002 Hispasat lanzó su nuevo satélite Hispasat 1 D en la posición orbital 30.º Oeste.

El 30 de septiembre Amena alcanzó 6 millones de clientes.

El 4 de octubre el Real Decreto 1029/2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología estableció la composición y el régimen de funcionamiento del Consejo Asesor de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.

En octubre Telefónica lanzó Red L@r ADSL, una solución para conectar varios PC en el hogar y en la pequeña empresa.

En octubre de 2002 EuroNews se incorporó a ViaDigital.

El mismo mes Telefónica Telecomunicaciones Públicas instaló los primeros teléfonos interactivos.

También en octubre MoviStar incorporó el acceso por voz a los contenidos de e-moción.

El 24 de octubre Vodafone anunció el lanzamiento de Vodafone live! para el consumidor y Mobile Office para las empresas.

El 6 de noviembre se envió el primer mensaje de correo electrónico de la historia a un avión de la compañía alemana Lufthansa, que cubría la ruta entre Francfort (Alemania) y Washington (Estados Unidos).

En noviembre Telefónica lanzó la Red Inalámbrica Local, una nueva facilidad de su línea ADSL.

En este mes la Fundación Telefónica creó un comunicador para personas con parálisis cerebral y problemas del habla.

El 19 de noviembre se comercializó el acceso remoto de Vodafone como parte de su oficina móvil. El servicio ofrecía a los clientes la conexión a la LAN de la compañía para acceder al correo electrónico, calendario y otras aplicaciones.

En diciembre Telefónica fue la empresa pionera en la utilización de la firma electrónica para formalizar contratos.

Ese mes Terra incorporó un nuevo servicio que permitía realizar apuestas on-line de las Loterías y Apuestas del Esta-

do y en reunión con el grupo BBVA lanzaron un sistema de comercio electrónico seguro en Internet.

El 30 de diciembre de 2002 se aprobó la Ley 53/2002 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social que modificaba varias leyes, entre ellas, la de Telecomunicaciones.

Telégrafos disponía de 1.700 abonados al servicio télex al final de 2002.

La Asociación GSM en Cannes otorgó a Vodafone en 2003 dos premios: a la mejor aplicación o mejor servicio inalámbrico y al mejor anuncio publicitario de radio o televisión para su servicio global al consumidor Vodafone live!

En enero de 2003 Telefónica culminó el reequilibrio tarifario exigido por la Unión Europea y amplió la posibilidad de enviar mensajes cortos de texto desde teléfonos móviles de MoviStar a hijos de Telefónica.

Este mes MoviStar consiguió 18,5 millones de clientes, facilitó a éstos recibir y enviar mensajes cortos (SMS) en todo el mundo y lanzó su servicio de Gestión de Flotas para empresas.

En febrero TPI-Páginas Amarillas lanzó el servicio de información 11888, la primera oferta de información telefónica en un mercado liberalizado.

Este mes Telefónica incorporó el direccionamiento dinámico en su Red IP.

En marzo Telefónica comenzó a ofrecer conexión a Internet por satélite y lanzó Solución ADSL e-gestión, su nueva gama de aplicaciones on-line para pymes y profesionales.

En abril Vodafone consiguió un millón de clientes para su servicio Vodafone live!

Ese mes las operadoras MoviStar, Vodafone, Orange y T-Mobile formaron una nueva asociación para impulsar la interoperabilidad en los pagos por móvil.

El mismo mes el Ministerio de Ciencia y Tecnología adjudicó a Telefónica Soluciones el desarrollo de la administración electrónica en las entidades locales.

En abril Telefónica cambió su número de información sobre números de abonados que pasó del 1003 al 11818, como consecuencia de un cambio en la normativa, realizado por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.



El 24 de octubre de 2002 Vodafone lanzó Vodafone live! En la primera fotografía se ve la toma de una foto con un terminal de teléfono móvil preparado para Vodafone live!, en la segunda el terminal Sharp GX-20 que admite el servicio Vodafone live! y en la tercera foto puede verse cómo se ve la foto de un paisaje en el terminal GX-20



Fotografía del teléfono móvil y PDA TSM 500 lanzado por MoviStar en marzo de 2004

En abril, Telefónica cambió su número de información sobre números de abonados que pasó del 1003 al 11888, como consecuencia de un cambio en la normativa, realizado por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

Ese mes Telefónica lanzó un nuevo módem router que permitía crear una red local inalámbrica Wi-Fi sobre ADSL.

El 22 de abril Amena fue el primer operador en lanzar un menú gráfico de servicios.

En mayo MoviStar y Sega.com firmaron un acuerdo para ofrecer juegos en e-mocion.

En ese mes Telefónica lanzó una OPA para adquirir el 100 por ciento de Terra-Lycos.

El 29 de mayo Amena alcanzó los 7 millones de clientes y un día después lanzó por primera vez en España un servicio de mensajería de video.

En junio Telefónica lanzó un nuevo servicio de línea compartida que permitía repartir el gasto entre varios usuarios.

El 18 de junio la compañía aérea norteamericana United Airlines, informó de que planeaba ofrecer un servicio de envío y recepción de correo electrónico en sus vuelos domésticos (Estados Unidos), en colaboración con la empresa Verizon Communications' Airfone.

El 11 de julio Amena lanzó el servicio chat multimedia.

En julio MoviStar e-mocion superó las 140.000 descargas mensuales de juegos en el móvil.

El 22 de julio el Centro de Alerta Temprana, dependiente de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información a través de Red.es, sobre virus y seguridad informática (CAT), indicó que cada día circulaban por nuestro país más de 50 millones de mensajes de correo electrónico.

El 30 de julio un estudio realizado por la empresa Veritas, concluyó diciendo que el correo electrónico jugaba hoy en día un papel fundamental en las empresas, y en este sentido, velaban continuamente por que el acceso al correo estuviese disponible.

En agosto MoviStar e-mocion incorporó un servicio de búsqueda de pareja o amistades y un nuevo paquete de cuatro juegos java con el clásico videojuego PAC-MAN.

El 15 de septiembre Amena lanzó el servicio de video televisión en directo.

En septiembre MoviStar lanzó un servicio que convertía y enviaba los mensajes multimedia como tarjetas postales e incorporó un servicio de reproducción de video en tiempo real.

En octubre de 2003 Telefónica Data lanzó el servicio PC Backup y Telefónica bajó sus tarifas internacionales y de fijo de Telefónica a móvil de MoviStar.

En este mes MoviStar lanzó el primer servicio precomercial UMTS en España.

El 3 de noviembre se aprobó la Ley 32/2003 General de Telecomunicaciones.

En diciembre de 2003 Telefónica extendió la cobertura de Internet en banda ancha a todo el territorio español, ampliando su oferta de acceso a Internet vía satélite y rebasó 1.650.000 líneas ADSL.

En diciembre Vodafone y Verizon Wireles colaboraron en el acceso al correo electrónico, a Internet y a las aplicaciones empresariales desde el portátil, para EEUU y Europa.

El 30 de diciembre se aprobó la Ley 62/2003 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social que modificaba la Ley de Televisión Digital por Ondas Terrestres, la Ley de Televisión Privada, especificaba las obligaciones de programación y limitaciones a la emisión en cadena de los servicios de televisión y planteaba la conversión a la tecnología digital de las emisoras de radiodifusión sonora.

En enero de 2004 Telefónica conectó Europa y Latinoamérica con tecnología IPv6 y suscribió un acuerdo con AC HOTELS para implantar la tecnología Wi-Fi en sus hoteles españoles.

El 26 de enero hizo su aparición el gusano *MyDoom* («mi ruina»), que en sus primeras 36 horas de vida, se replicó a través de 100 millones de mensajes de correo electrónico, convirtiéndose en el virus que se ha transmitido por Internet a mayor velocidad de toda su historia.

En febrero MoviStar comercializó la primera tarjeta de datos GPRS/UMTS.

El 3 de febrero los mayores proveedores españoles de servicios de correo electrónico decidieron crear un consejo para luchar contra el correo no deseado (spam). El requisito previo para poder participar (con voz y voto) era gestionar al menos 25.000 cuentas de correo. Otros organismos relacionados tendrían voz, pero no voto: entre otros, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, la Agencia de Protección de Datos (APD), y la Asociación de Usuarios de Internet (AUI).

En marzo MoviStar comercializó el Móvil-PDA MoviStar TSM500 y lanzó, junto con la ONCE, un teléfono móvil para personas ciegas.

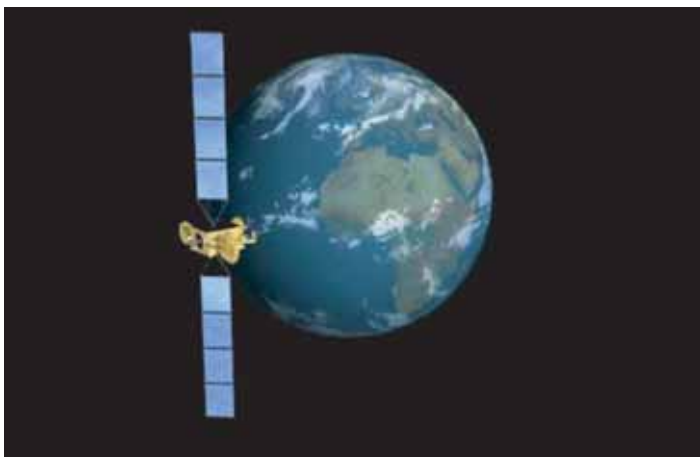
El 8 de marzo Microsoft informó que su servicio MSN Hotmail alcanzó en España los 6 millones de cuentas de correo electrónico.

El 30 de marzo Amena alcanzó los 8.475.000 clientes.

En abril Telefónica contaba con 130 zonas operativas ADSL Wi-Fi (sin hilos).

El Real Decreto 553/2004, de 17 de abril, reestructura los departamentos ministeriales e integra la Secretaría de Esta-





Fotografía del nuevo satélite español Hispasat Amazonas lanzado el 6 de septiembre de 2004 en la posición orbital 61° Oeste, que dio cobertura a todo el continente americano, Europa y norte de África

do de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

En mayo Telefónica rebajó a un céntimo el precio de los mensajes de texto de fijo a fijo.

En este mes Movistar introdujo en España los primeros servicios de videotelefonía móvil UMTS y ofreció una tarifa única a los clientes que viajasen a Europa Occidental.

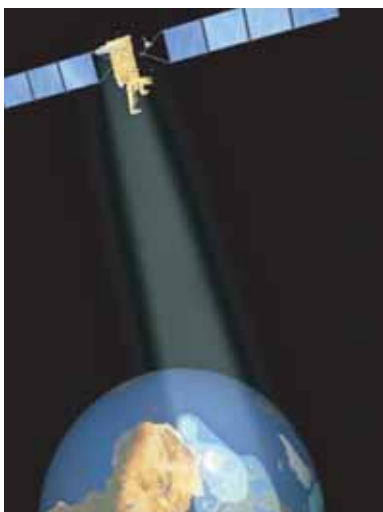
En junio Telefónica dio a conocer su servicio de información telefónica 11822, incorporó la Respuesta Inmediata al Servicio Contestador y ofreció un precio único por llamada en horario reducido a cualquier lugar de España durante el verano.

En este mes Movistar comercializó «Yavoy», un servicio pionero en España que dijo adiós a la señal de llamada e incorporó la primera serie interactiva creada en exclusiva para el móvil.

El 8 junio de 2004 se publicó un Estudio General de Internet (EGI), indicando que el 63 por 100 de los internautas utilizaba el correo electrónico todos los días y el 21 por

ciento los foros de debate. Según la misma encuesta, el 19 por 100 de los usuarios estaba conectado permanente al correo electrónico, el 18 por 100 se conectaba tres o más veces al día, y el 16 por ciento, al menos una vez al día.

En el verano los proveedores de telefonía móvil Movistar, Vodafone y Amena lanzaron una oferta de servicios para facilitar la comunicación de los residentes en España.



Fotografía del satélite Amazonas indicando su área de cobertura: el continente americano, Europa y norte de África



Fotografías de la parte superior e inferior del TSM 520 lanzado por Movistar en diciembre de 2004, primer móvil con sistema operativo Windows Mobile de Microsoft que dispone de un nuevo servicio para enviar saludos de video con personajes animados

En julio el videojuego del piloto Alonso en e-mocion de Movistar batió récords de des-cargas.

En agosto Terra y Movistar hicieron posible seguir las Olimpiadas a través del móvil.

Ante la competencia los proveedores de Internet comenzaron a duplicar la velocidad de sus líneas ADSL sin variar el precio; en septiembre lo hizo Telefónica.

El 6 de septiembre el Grupo Hispasat lanzó al espacio el «Amazonas», un nuevo satélite de comunicaciones que, situado en la posición orbital 61.º Oeste, dio cobertura, con capacidad transatlántica y panamericana, a todo el continente americano, Europa y norte de África.

En diciembre Movistar lanzó en España el TSM 520 su primer móvil con sistema operativo Windows Mobile de Microsoft y un nuevo servicio para enviar saludos de video con personajes animados.

En diciembre, Correos, a través de su página web, permitió que los niños enviaran sus cartas a los Reyes Magos a través del correo electrónico y se comprometió a enviar respuesta a todos.

El 10 de diciembre el Real Decreto 2296/2004 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio aprobó el Reglamento sobre mercados de comunicaciones electrónicas, acceso a las redes y numeración.

El 17 diciembre, una operación antiterrorista acabó deteniendo a un niño de 14 años, por haber enviado tres mensajes de correo electrónico a tres empresas, exigiendo el etiquetado de sus productos en catalán, además de en español. En el mensaje vertía una «grave amenaza»: enviar correo masivo (spam). Para colmo de males, los mensajes iban firmados por el Ejército de Fénix, nombre que aparece en la serie de libros cuyo protagonista es Harry Potter. El niño, por cierto, tuvo que declarar durante 4 horas en la Audiencia Nacional.

## Bibliografía

### Libros

- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (2000). *El Palacio de Comunicaciones. Un siglo de historia de Correos y Telégrafos*. Editorial Lunweg.
- Bahamonde, Ángel; Martínez, Gaspar y Otero, Luis Enrique (2002). *Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Incluye como Anexo 1 la Cronología de las Telecomunicaciones de Pedro Navarro.
- Hernández, Afrodisio (1974) *La Telecomunicación como factor histórico*. N.º 15 de la colección Estudios del Ministerio de la Gobernación.
- Meynart, C. (1965) «Las grandes etapas de la historia de las telecomunicaciones». Boletín de Telecomunicaciones Volumen 32, N.º 12, páginas 503 a 515.
- Olivé, Sebastián (1999). *Primeros pasos de la Telecomunicación*. Fundación Airtel.
- Olivé, Sebastián (2004). *El Nacimiento de la Telecomunicación en España*. Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones.
- Otero Carvajal, Luis Enrique; Bahamonde Magro, Ángel; Martínez Lorente, Gaspar (1993). *Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo en España: 1700-1936*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- Polsson, Ken. (2005) *A brief timeline of Personal Computers* Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (1965). *Del semáforo al satélite* (Ed. del Centenario de la UIT). Ginebra.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (1987) «Lo que es, lo que hace, como trabaja». Folleto de la UIT que incluye la cronología «Efemérides de la UIT».
- Veà, Andreu. (2000) Tesis Doctoral *Historia, sociedad, tecnología y crecimiento de la red. Una aproximación divulgativa a la realidad más desconocida de Internet*. Cronología de Internet, 2002.

### Internet:

Historia de las telecomunicaciones:  
[www.iies.es/bd/historia/htele000.htm](http://www.iies.es/bd/historia/htele000.htm)  
[www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/historia.html](http://www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/historia.html)

[www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2001.html](http://www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2001.html)  
[www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2002.html](http://www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2002.html)  
[www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2003.html](http://www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2003.html)  
[www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2004.html](http://www.telefonica.es/acercadetelefonica/esp/1descripcion/cronologiahistoria/2004.html)  
[www.ieee.org/organizations/history\\_center/comsoc/timelines.html](http://www.ieee.org/organizations/history_center/comsoc/timelines.html)

### Historia de los ordenadores y microprocesadores:

[www.cpu-world.com/CPUs/index.html](http://www.cpu-world.com/CPUs/index.html)

### Historia de la radio:

<http://recursos.cnice.mec.es/media/radio/bloque1/pag1.html>  
 (páginas 1 a 9).

### Historia de la televisión:

[www.tvhistory.tv](http://www.tvhistory.tv)  
<http://recursos.cnice.mec.es/media/television/bloque1/pag1.html>  
 (páginas de la 1 a la 10).

### Historia de los satélites:

[www.hq.nasa.gov/office/pao/sputnik/gallery.html](http://www.hq.nasa.gov/office/pao/sputnik/gallery.html)  
[www.lyngsat.com/hispa.html](http://www.lyngsat.com/hispa.html)  
[www.hispasat.com/home.htm](http://www.hispasat.com/home.htm)

### Historia de Internet:

[www.almiron.org/historia2.html](http://www.almiron.org/historia2.html)  
[www.zator.com/Internet/index.htm](http://www.zator.com/Internet/index.htm)

### Historia del correo electrónico:

[www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia\\_correo.htm](http://www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia_correo.htm)  
[www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia\\_correo\\_2002.htm](http://www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia_correo_2002.htm)  
[www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia\\_correo\\_2003.htm](http://www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia_correo_2003.htm)  
[www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia\\_correo\\_2004.htm](http://www.telecable.es/personales/carlosmg1/historia_correo_2004.htm)

### Historia de la telefonía móvil:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Movistar>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Airtel>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Amena>  
[www.vodafone.es](http://www.vodafone.es)  
[www.amena.com](http://www.amena.com)



# Apéndice de personajes

- Abad, Pablo: 102  
Abril i Abril, Amadeu: 225  
Adell, Jordi: 222, 223, 461  
Alabau, Antonio: 401  
Alba Bonifaz, Santiago: 64  
Alborch y Fustegueras, Alberto: 60  
Albors, Vicente: 94  
Alcaide: 382  
Alcalá Galiano: 357  
Alcaraz Otaola, Luis: 66  
Alder, Clement: 59  
Alfonso X, el Sabio: 28, 60  
Alfonso XII: 57, 58, 352, 375, 427, 434  
Alfonso XIII: 68, 100, 127, 432, 437, 438, 439  
Allen, Paul: 454  
Allende y García-Baxter, Tomás: 397  
Alonso Prados, Julián: 370  
Alonso, Celestino: 341  
Álvarez, Clara: 218  
Amadeo de Saboya: 280, 352, 357, 426  
Amontous: 29  
Anaya, Luis: 224  
Appleton, Edouard Victor: 112  
Aramberry, Josu: 227  
Arias Salgado, Rafael: 79, 248  
Arín Ruiz Olalla, Rafael: 341  
Armstrong, Edwin: 441  
Asdal, Gösta: 236  
Auger, G.: 101  
Azaña Díaz, Manuel: 68, 118, 160, 283, 396  
Aznar López, José María: 224  
Baade, Walter: 269  
Bahamonde Magro, Ángel: 368, 369, 401, 402, 422  
Baird, John L.: 163, 439, 440  
Balduino de Bélgica: 173  
Baldwin, Frederick: 137  
Balsells i Sabater, Francisco: 95, 96  
Balseira y Rodríguez, Matias: 86, 87, 94, 95, 151, 433  
Baltá Elías, José: 93, 100  
Bañón Pascual, Antonio: 102  
Baran, Paul: 204  
Barberá Heredia, José: 218, 221, 230  
Bardeen, John: 71, 115, 445  
Barrera de Irimo, Antonio: 73, 396, 397  
Baudot, Emile: 43, 45, 46, 47, 49, 52, 427  
Bayón Mariné, Ignacio: 183  
Beer, Israel J.: 366  
Bell, Jocelyn: 270  
Bellowin, Steve.: 455  
Bellver, Carles: 223, 461  
Bellver, Toni: 223, 461  
Beners-Lee, Tim: 459  
Benet, Vicente: 221  
Berenguer, José María: 356  
Berne, Michel: 394  
Berners-Lee, Tim: 200, 215, 228, 230, 460  
Berrocal, Julio: 221  
Berthenod : 88  
Bethe, Hans Albrecht: 270  
Birulés i Bertrán, Ana: 81  
Blanco Novo, José: 88, 94, 100  
Blánquez, Carlos: 218, 221  
Bolado, María: 218  
Bondi, Thomas: 270  
Bonet, Enrique: 52, 59  
Borderías Mondéjar, Cristina: 401  
Borrell Fontelles, José: 242, 290  
Borondo López, Manuel: 326, 331, 341  
Bourseul, Charles: 56  
Braggio, Carlos: 98  
Brahe, Tycho: 257  
Branly, Edouard: 87, 109, 110, 150, 429, 431  
Brattain, Walter H.: 71, 115, 445  
Braun, Karl Ferdinand: 111, 163, 430, 431  
Breguet, Abraham Louis: 30, 31, 42, 428  
Brenot, Paul: 138  
Brizuela, Manuel: 331  
Bruch, Walter: 164, 167, 448  
Caballero Álvarez, Abel Ramón: 76  
Cadavid: 42  
Calatrava, Santiago: 406, 460, 461  
Callaghan, E.A.: 365  
Calvet, Enrique: 92, 93  
Calvo Calvo, Ángel: 371  
Calvo Sotelo, José: 388  
Calvo y Juana, Isidro: 111, 296  
Camacho González, Antonio: 358  
Camacho, Ángel: 222  
Camarena, Luis: 188  
Camba, Vicente G.: 97  
Campos, Miguel Ángel: 221, 357  
Canals, Javier: 89  
Cano Marín, Rafael: 330, 341  
Cánovas del Castillo, Antonio: 59, 61, 372, 379, 430  
Cansen, Zacarías: 29  
Cañete, Emilio: 94  
Cárdenas, Ignacio: 392  
Carey, George: 163  
Carlos III: 30, 263  
Carr, Robert: 234, 236, 237  
Carreras, Albert: 382  
Carvajal, Manuel: 329  
Casselli, Giovanni: 48, 425  
Castaño Escalante, Fernando: 88, 91, 92, 95, 98, 99  
Castelo Gutiérrez, Víctor: 221, 223  
Castilla, Antonio: 62, 90, 91, 94, 89, 151, 152  
Cazador S.F, Pere Manuel: 88  
Cerf, Vinton: 205, 228, 230  
Cervera y Baviera, Julio: 42, 111, 112, 150, 284, 296, 432  
Chappe, Claude: 30, 31, 33, 34, 293  
Cirera y Terré, Luis: 89, 90  
Clarke, Arthur C.: 444  
Cleoxono: 26  
Clerk Maxwell, James: 109  
Cobo, Santiago: 330, 341  
Colpitt: 91  
Comandante Byrd: 101  
Conde de Alba de Yeltes: 96  
Conde de San Román: 282  
Conrad, Frank: 150, 151  
Coolidge, Calvin: 439  
Corrales, José Antonio: 221  
Costa Climent, Juan: 81  
Crocker, Steve: 205  
Cronin, Francis J.: 402, 403  
Cruzada Villamil, Gregorio: 426  
Cuadra, Luis: 221  
Curtis, Herber D.: 269  
Cushman, Sylvanus D.: 56  
D'Arlincourt: 46  
Dalmau: 303, 427  
Davies, Donald: 204  
Davis, John H. : 235  
De Alcántara, Pedro: 427  
De Betancourt, Agustín: 30, 31, 49  
De Carvajal, Ignacio: 68  
De Castro, Alejandro: 363  
De Coulomb, Charles Augustin: 30  
De Elzaburu, Fernando: 193  
De Forest, Lee: 64, 87, 88, 90, 114, 138, 433  
De France, Henry: 167  
De Guillén García, José María: 92, 95  
De la Cierva y Codorniu, Juan: 63  
De la Cierva y Peñafiel, Juan: 63, 125  
De la Concha, Miguel: 33  
De la Fuente, Javier: 84  
De la Puente, José María: 88  
De la Riva, Adolfo: 93, 94, 95, 151, 152  
De la Riva, Carlos: 93, 94, 95, 151, 152, 154  
De la Riva, Jorge: 151  
De la Viesca, Francisco: 99  
De Lili Galdamés, Ramón: 100, 101  
De los Mozos, Ignacio: 218  
De Montúfar, Manuel: 349  
De Palacio y de Velasco, Luis M<sup>a</sup>: 93, 95, 153  
De Posada Herrera, José: 275  
De San Juan, Rafael: 90  
De Santa Cruz, Manuel: 32, 33  
De Terry, Rafael A.: 99  
De Urgoiti, Ricardo M.: 154  
De Urquijo y Ussia, Estanislao: 65, 396  
De Urquijo, Lucas: 304  
De Urrutia y Zulueta, Juan: 304  
Debesa Romero, Vicente: 341  
Del Pozo, Teófilo: 187  
Delors, Jacques: 247  
Deloy, León: 93, 95  
Demócrito: 26  
Dennis, Meade: 86  
Dholakia, Nikhilesh: 402  
Díaz i Galcerán, Juan P.: 95, 96  
Dolbear, Amos: 56  
Doménech, Eudald: 223, 303  
Domingo, Víctor: 225

- Domínguez Montes, Juan: 334, 341  
 Drake, Frank: 268  
 Drawbaugh, Daniel: 56  
 Drowing de Lhuys, M.: 349  
 Duque de Alba : 66  
 Echenique: 52  
 Eddington: 269  
 Edison, Thomas A.: 49, 56, 111, 303  
 Eidunyen, José: 61  
 Einstein, Albert: 258, 269  
 Eisenhower, Dwight D.: 173  
 Elduayen Gorriti, José : 430  
 Ellis, Jim: 455  
 Eneo el táctico: 26  
 Enrique de Prusia: 116  
 Enrique III de Castilla: 27  
 Escolá: 89  
 Escoriaza, Teresa: 153  
 Fernández Espartero, Joaquín Baldomero (General Espartero): 352  
 Espinosa, Francisco: 93  
 Esquilo: 25  
 Esteban, Juan Antonio: 222  
 Estelat, Eduardo: 62  
 Esteva Marata, J.: 92  
 Estublier, Alfonso: 88, 93, 100  
 Eugenia de Montijo: 425  
 Ewen, Harold: 260  
 Ezcurra Carrillo, Luis: 151, 166  
 Eced Sánchez, Miguel Ángel: 193  
 Fabiola de Mora y Aragón: 173  
 Fabra, Nilo María: 357, 366, 425, 426  
 Fadrique, almirante de Castilla: 28  
 Faggín, Federico: 451, 452  
 Faraday, Michael: 109  
 Farnsworth, Philo Taylor: 164  
 Farrar, Eduard: 56  
 Farré Gschwind, Enrique: 151, 152  
 Faus Belau , Ángel: 111, 150  
 Fedida, Sam: 182  
 Fernández Villaverde, Raimundo: 125, 430  
 Fernández Cambroner, David: 221  
 Ferrer (Capitán de Navío): 282  
 Ferrer i Rubió, Lluís: 221  
 Ferrié, Gustavo: 151, 296  
 Ferrier, (comandante): 138  
 Fessenden, Reginald: 111, 112, 114, 150  
 Field, Cyrus: 362  
 Filipo, rey de Macedonia: 27  
 Fleming, John Ambrose: 64, 114, 138, 432  
 Foncillas, Santiago: 178  
 Font: 427  
 Font de la Vall, Federico: 281  
 Foster, Norman: 76, 460, 461  
 Franco, Francisco: 70, 73, 397, 422, 442, 443  
 Franco, Ramón: 140  
 Francos Rodríguez, José: 64, 283, 387, 435  
 Friedmann, Alexandrovich: 269  
 Galilei, Galileo: 258  
 Galvani, Luigi: 30  
 Gamow, George: 270  
 Garcés de Marcilla, Ambrosio: 52, 296  
 García Prieto, Manuel: 395  
 García Redondo, Narciso: 341  
 García Montesinos, Felipe: 218, 223  
 García, Luciano: 90, 100  
 García, Miguel Ángel: 221  
 García-Tassias, Luis: 333  
 Garicano Goñi, Tomás: 177  
 Gates, Bill: 224, 454  
 Gavey, John: 29  
 Gavilán Estelat, Eduardo: 62  
 Gayo, Susana: 218  
 Gea Sacasa, Rufino: 92, 151  
 General Novaliches: 276  
 General Prim: 279, 425  
 General Serrano : 276  
 Gerber: 164  
 Gibert Salinas, Antonio: 325, 341  
 Gibson, William: 457  
 Gilbert, William: 30  
 Gisborne, F.N.: 362  
 Godley, Paul F: 92  
 Gold, Thomas: 270  
 Goldmark, Peter: 166  
 Gómez Barroso, José Luis: 394  
 Gómez González, Félix: 341  
 Gómez Mendoza, Antonio: 369  
 Gómez Juan Manel: 224  
 González Brabo, Luis: 275  
 González Bueno, José Antonio: 397  
 González Roldán, Jesús: 333  
 González, Venancio: 375  
 González Márquez, Felipe: 168, 243  
 González Fernández, Venancio: 58, 60  
 Graham Bell, Alexander: 48, 56, 57, 137, 370, 427, 428  
 Gramme, Zénohe-Théophile: 303  
 Grau, Jaume: 224  
 Gray, Elisha: 56, 370, 427  
 Griera, Martí: 221  
 Grijalva Alcocer, José: 57  
 Grubb, Thomas: 263  
 Guillén García, José María: 88, 89, 153  
 Guillermina de Holanda: 443  
 Hagen, John: 260  
 Harlam, Bari: 402  
 Hartley: 91  
 Haug, Thomas: 241  
 Havas, Charles: 366  
 Hayes, Dennis: 57, 430, 454, 455  
 Heaviside, Oliver: 112, 113  
 Henley: 294  
 Hernando Rabanos, José María: 241  
 Herschel, William: 263  
 Hertz, Heinrich Rudolph: 109, 110, 150, 429, 430  
 Hertzprung, Ejnar: 269  
 Hiparco: 257  
 Hoyle, Fred: 270  
 Hubble, Edwin: 258, 269  
 Hughes, David Eduard: 43, 44, 46, 49, 52, 428  
 Hugué, Miquel: 226  
 Humboldt, Alexander von: 30  
 Hurtado, Francisco: 293  
 Ibárruri, Dolores: 301  
 Igartúa, Carlos: 95  
 Ikegami, F.: 238  
 Isabel II: 275, 277, 350, 423, 426  
 Isabell I de Inglaterra: 30  
 Ives, Herbert E.: 166  
 Jansky, Karl G.: 259, 260, 269  
 Jeans, Richard: 236, 237, 238  
 Joel, Amos E.: 234  
 Juan y Santacilia, Jorge: 263  
 Juan Carlos I: 106, 453  
 Juan II de Castilla: 27, 28  
 Juan Pablo II: 469  
 Kahn, Robert: 205, 228, 230, 452, 453  
 Kapani, Narinder: 71, 447  
 Kapteyn, Jacobus: 269  
 Karremberg, Daniel: 213, 222  
 Kepler, Johannes: 257  
 Kilby, Jack: 448, 449  
 Kleinrock, Leonard: 449, 450  
 Laevitt: 269  
 Lasala, José María: 339  
 Latimer Clark, J.: 365  
 Laws, Samuel S.: 365  
 Larena, Juan José: 31  
 Lerín Grondona, Manuel: 326, 341  
 Lesage, George Luis: 30  
 Licklider, Joseph Carl Robnett: 204  
 Liikanen, Erkki: 252  
 Liria, Domingo: 87, 88  
 Lodge, Oliver Joseph: 109, 150, 430  
 Lomond, Loch: 30  
 López Ruiz, Félix: 341  
 López Vázquez, José Luis: 73  
 Loraine, Robert: 138  
 Lord Kevin: 151  
 Loring Oyarzabal, Jorge Enrique: 322  
 Lucien Levy: 435  
 Luis Felipe I: 353  
 Maarten Schimdt: 270  
 Maddox, C.H.: 138  
 Madoz, Pascual: 22  
 Madrid, Gonzalo: 339  
 Manzetti, Innocenzo: 56  
 Mañas, José: 222  
 Marcoartur: 363  
 Marconi, Guillermo: 42, 64, 86, 87, 110, 111, 114, 116, 119, 120, 121, 126, 127, 137, 138, 150, 295, 296, 431, 432  
 María Cristina de Habsburgo: 61, 352  
 María de las Mercedes: 57, 427  
 Marín Bonell, Manuel: 65  
 Marín de Córdova Barreda, Jesús: 100, 101, 105, 106  
 Marín, Francisco: 341  
 Marín, Manel: 94, 221  
 Marqués de Salamanca: 322  
 Márquez, Vicente: 341  
 Marryat: 356  
 Martín Mata, Manolo: 221  
 Martín Palacín, José Luis: 290  
 Martínez Adrados, José Manuel: 188  
 Martínez Barrios, Diego: 440  
 Martínez Cruz, Carlos: 179  
 Martínez Lorente, Gaspar: 369  
 Martínez, Iñaki: 218, 221, 222  
 Masanet: 89  
 Mateo Sagasta, Práxedes: 58, 60  
 Mathé y Aragón, José María: 31, 32, 33, 34, 50, 53, 293, 423, 424, 426  
 Mauchly, John: 444  
 Maura, Antonio: 385  
 Maxim, Iran Percey: 89  
 Maxwell, James Clerk: 429  
 May, Joseph: 163  
 Mc Clain, Edward: 260  
 McBerty, F.R.: 68  
 McCurdy, John: 137  
 McDonough, James: 56  
 Meissner: 91  
 Mertz: 263  
 Mestre, Demetrio: 396  
 Metcalfe, Robert M.: 451, 452  
 Meucci, Antonio: 56  
 Meurling, John: 236, 237, 238  
 Mockapetris, Paul: 456, 457  
 Moliner, María: 416  
 Mollinedo, Antonio: 221  
 Mompó, Antonio: 430  
 Montañana, Rogelio: 221  
 Montero, Ildefonso: 99  
 Montilla Aguilera, José: 82  
 Mora, Francisco: 276  
 Morenés: 52  
 Moreno, Modesto: 90  
 Morse, Samuel: 49, 52, 120, 321, 423  
 Moset: 427  
 Moya Gastón de Iriarte, Miguel: 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103  
 Mueller, Ken: 158, 260  
 Muñiz Aza, José María: 336, 341  
 Muriel Hernández: 304  
 Muset: 57  
 Nadal Ariño, Javier: 290  
 Napoleón III: 353  
 Navarro Reverter y Gomis, José: 70, 396  
 Navarro, Enric: 223, 461  
 Navarro, Juan José: 28  
 Navarro, Lorenzo: 90  
 Newton, Isaac: 228  
 Nipkow, Paul: 163, 164, 428, 439  
 Noam, Eli M.: 394  
 Noble: 89  
 Novoa, Emilio: 66  
 Noyce, Robert: 452  
 O'Donnell y Jorris, Leopoldo: 275  
 O'Meara, Iván: 98  
 Ocejo: 90  
 Ochoa, Antonio: 99, 101  
 Ohl, Russel: 444  
 Olivé Roig, Sebastián : 62, 66

- Ontiveros, Jorge: 142  
 Oort, Jan Hendrick: 260  
 Orduña: 48  
 Oriol e Ybarra, Íñigo: 304  
 Otamendi, Joaquín: 368  
 Otero Carvajal, Luis Enrique: 369  
 Pacios Vera, Rafael: 97  
 Palacios, Antonio: 368  
 Parals, Caterina: 221  
 Pardos, José Luis: 223, 230  
 Peláez: 42  
 Penzias, Arno: 270  
 Pereyre: 322  
 Pérez Blanca: 52  
 Pérez Camarero, Arturo: 96  
 Pérez Gómez, José Carlos: 228  
 Pérez González, Blas: 70  
 Pérez Santano, Miguel: 46, 52, 427, 430  
 Pérez Subías, Miguel: 223  
 Pérez, Carlos: 341  
 Perry: 363  
 Perskiy, Constantin: 163  
 Philipp: 356  
 Phillips, Jack: 434  
 Piqué Camps, Josep: 81, 248  
 Plantolid: 357  
 Plaza, Fabián: 341  
 Podham, Home: 28  
 Polibio: 26  
 Polo Martínez, José: 155  
 Pope, E.L.: 365  
 Popoff, Alexander Stepanovitch: 116, 150, 296  
 Popov, Alexander: 430  
 Portillo, Eloy: 221  
 Postel, Jon: 205, 225  
 Potó, Mariano: 98  
 Prados: 382  
 Prim y Topete: 353  
 Primo de Rivera, Miguel: 66, 95, 127, 286, 376, 388, 396  
 Príncipe Henrich de Prusia: 432  
 Prosper Eckart, John: 444  
 Puebla Remacha, Mariano: 329, 330, 341  
 Puig Boada : 88  
 Pupin, Michael Idvorsky: 431  
 Purcell, Edward Mills: 260  
 Queipo de Llano, Gonzalo: 301, 442  
 Raduán, Jesús: 98  
 Rallo, Robert: 224  
 Raurich, Salvador: 88  
 Ravina: 357  
 Reagan, Ronald: 298  
 Reber, Grote: 260  
 Redmond, James: 182  
 Reis, Johann Philipp: 56  
 Repsold, Johann Adolf: 263  
 Reuter, Paul Julius: 366  
 Revenga, Manuel: 341  
 Reviriego Hernández, Víctor: 330, 341  
 Reynold: 356  
 Richards: 430  
 Rico, César: 193  
 Rico, Gumersindo: 283  
 Riera, Juan: 221, 338  
 Ring, D.H.: 234  
 Río, Agustín: 88, 91  
 Ritchie, Dennis: 451, 452  
 Rius i Taulet, : 371  
 Rivera, Jesús: 341  
 Rivero, Raúl: 222  
 Roberts, Laurence: 228, 230, 450, 451  
 Roca: 89  
 Rodríguez Maroto, E.: 33  
 Rodríguez Merino, Ricardo: 57  
 Rodríguez, Gabino: 38  
 Rodríguez, Gustavo: 221  
 Rogers: 356  
 Roldán, Francisco: 91, 100, 101, 102  
 Röller: 402  
 Romero Balmás, José: 90  
 Romero Frías, Rafael: 242  
 Romero Robledo, Francisco: 59, 277, 372, 430  
 Romero, Rafael : 239  
 Roosevelt, Theodore: 116, 432  
 Ros Perán, Francisco: 82, 230  
 Rosing, Boris: 163  
 Rothen, M.: 372  
 Rotondo Nicolau, Emilio: 371  
 Rotschild: 322  
 Ruiz de Arcaute, Genaro: 91, 95, 99  
 Ruiz de Querol, Ricardo: 193  
 Ruiz Martín, José Luis: 339  
 Ruiz y Capdepón, Trinitario: 61  
 Ruiz, José Luis: 341  
 Ruiz-Ramos Novillo, Isidoro: 105  
 Russell, Henry Norris: 269  
 Sagan, Carl: 268  
 Sagasta, Práxedes Mateo: 353, 372, 375, 376, 379  
 Sagrera, Rosendo: 92  
 Salamanca (General): 33, 34  
 Salcedo, Carlos Salvador: 88  
 Salgado, Elena: 290  
 Salvá y Campillo, Francisco: 30, 31, 49  
 Sánchez Arjona, Rodrigo: 57, 58, 427  
 Sánchez Cordovés, Joaquín: 154  
 Sánchez de la Peña, Jesús: 341  
 Sánchez Guerra, José: 64, 276  
 Sánchez Peguero, Carlos: 88  
 Sánchez Terán Hernández, Salvador: 397  
 Sánchez, Gustavo: 221  
 Sanromá, Manel: 224, 230  
 Santa Cruz, Manuel: 293  
 Sanz Caja, Valentín: 341  
 Sanz, Ismael: 223  
 Sanz, Miguel Ángel.: 218, 221, 222  
 Sardá, Juan: 382  
 Sarmiento, Domingo F.: 348  
 Sarnoff, David: 151  
 Savall, José: 57  
 Scantlebury, Roger: 204  
 Schnell, Fred H.: 95  
 Senlecq, Constantin: 163  
 Sepulcro, Amparo: 221  
 Serrano, Francisco: 356  
 Shapley, Harlow: 269  
 Shockley, William B.: 71, 115, 445, 446  
 Silvela, Francisco: 61, 378, 379, 380  
 Silvestre, Enric: 461  
 Simmonds, Enrenst J.: 93  
 Slaby, Adolf: 86  
 Slipher, Vesto M.: 269  
 Smith, Guillermo: 363  
 Smith, J.S.: 237  
 Sola, Eduardo: 95  
 Sola, Toni: 221  
 Solana Madariaga, Luis: 239, 397  
 Soria, Virgilio: 152, 153  
 Soriano, Alejandro: 62  
 Stepanovich Popov, Alexandro: 110, 431, 432  
 Strownger: 65, 436, 429  
 Struble, Robert: 159  
 Suárez Saavedra, Antonino: 33, 52, 57  
 Swinton, Campbell: 163  
 Thompson, Kem: 43, 49, 451, 452  
 Tomás, Celestino: 218  
 Tombaugh, Clyde: 269  
 Tomlinson, Ray: 199  
 Torvalds, Linus: 460  
 Trescott, T.: 455  
 Triana, Eugenio: 225  
 Turing, Alan: 444  
 Tyun y Squire: 356  
 Ugarte Gil, Jerónimo: 239, 241  
 Utrilla, Luis: 140  
 Vail, Alfred: 42, 49  
 Valensi, George: 167  
 Valle, Antonio: 38  
 Valor, Enrique: 89  
 Van Cerf: 452, 453  
 Van Hoevenbergh, Henry: 365  
 Van Maanen: 269  
 Varela, Luis: 87, 88  
 Veá i Baró, Andreu: 198, 230  
 Vergara Escobar, Félix: 339  
 Victoria Eugenia: 432  
 Vidaurrázaga, Ignacio: 178  
 Villahermosa, Antonio: 33  
 Vives, Marc: 221  
 Volta, Alessandro: 30  
 Von Ardenne, Manfred: 164  
 Von Siemens, Werner: 47  
 Von Wicksacker: 270  
 Watson, Robert: 441, 442, 444  
 Werner Alexanderson, Ernst Frederik: 112, 113  
 Westinghouse, George: 111  
 Wheatstone, Charles: 43, 49  
 Wilson, Robert: 270  
 Wittier Pickard, Geenleaf: 433  
 Wolff, Bernhard: 366  
 Wright, Orville : 137  
 Wright, Wilbur: 137  
 Xifré, Narciso: 303  
 Yébenes, Julián: 101  
 Zabalza, Javier: 102  
 Zafra, Juan Manuel: 248  
 Zulueta: 283  
 Zwicky, Fritz: 269  
 Zworykin, Vladimir: 164, 437, 441



# Apéndice de organizaciones

- Abaforum: 229, 463  
ABC: 444, 446  
Abrared: 468  
ABU: 173  
AC HOTELS: 471  
Academia de Ciencias de Barcelona: 31  
ACEC: 326  
Acesa: 248  
ACS: 248  
Administrador de infraestructuras Ferroviarias (ADIF): 339, 341  
Admira: 469  
Advance Research Project Agency (ARPA): 451  
Advanced Mobile Phone Service Inc.: 235  
AEG: 111, 116, 337  
AEG-Telefunken: 332, 336  
Aeronáutica Militar: 140  
Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA): 140, 142, 147  
Aeronáutica Naval: 140  
Agencia Americana: 129, 439, 440  
Agencia de Protección de Datos (APD): 471  
Agencia Espacial Europea (AEE): 454  
Agencia Espacial Europea (ESA): 266  
Agencia Telegráfica Fabra: 366  
Air Touch Communications: 250  
Airtel: 243, 244, 245, 246, 249, 250, 463, 466, 467  
Airtel-Sistelcom-Reditel: 243  
Alcatel España: 68, 77, 245, 311, 466  
Alehop: 467  
Amena: 246, 251, 252, 253, 315, 463, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472  
American Airlines: 194  
American Radio Relay League (ARRL): 89, 92, 93, 102, 114, 151  
American Radio Telephone Service (ARTS): 235  
American Telephone & Telegraph (ATT): 115, 192, 407  
Ameritech Mobile Communications: 207, 235  
Ampex: 168, 447  
Anglo-american Telegraph Co: 348, 359, 360  
Anglo-mediterranean Telegraph Co: 359  
ANS:  
Antena 3: 168, 172, 208, 456, 459, 462, 465, 469  
Apple: 457  
Archivo Histórico Nacional: 27  
Arrakis: 226  
Asertel: 229  
Asociación de Ingenieros Eléctricos del Post Office Británico: 29  
Asociación de internautas (AI): 225  
Asociación de Usuarios de Internet (AUI): 223, 224, 464, 471  
Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE): 225  
Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT): 441  
Asociación Española de la Industria Eléctrica: 305  
Asociación Española de Proveedores de Servicios Videotex (APV): 183  
Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones (Autel): 193  
Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (AUTEL-SI): 194  
Asociación GSM: 470  
Asociación Interamericana de Radiodifusión (AIR): 173  
Asociación Internacional de Museos de Comunicaciones y Transportes (IATH): 465  
Asociación Nacional de Radiodifusión (ANR): 96, 153, 154, 437, 440  
Asociación OSCAR: 106  
Asociación Radiotelegráfica de Cataluña: 92, 93  
Associated Press: 366  
Association of Radio Industries and Businesses (ARIB): 247  
Atlantic Telegraph: 348, 359, 362, 363, 365  
ATT Italcable: 462  
AUNA: 80, 192, 250, 253, 315, 468  
Avertel: 463  
Avui: 463  
Banca Catalana: 193  
Banco Central Hispano: 243, 245  
Banco de España: 61  
Banco de Vizcaya: 304  
Banco Hispano Americano: 396  
Banco Santander: 188, 243, 245  
Banco Urquijo: 396  
Banda 26: 469  
Banda Ancha: 468  
BANESTO: 177, 223  
BANKINTER: 224, 248  
BBC: 151, 160, 164, 182, 439, 440, 442, 448, 461  
BBK: 243  
BBN: 453  
BBVA: 470  
Bell Systems: 66, 71, 72, 115, 166, 234, 235, 236, 259, 371, 435, 449, 452  
Biblioteca Nacional de España: 353  
Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: 226  
Black Sea Telegraph Co: 359, 360  
Bosch: 466  
Braun Bovbery: 306, 307  
Brazilian Submarine Telegraph Co: 359, 360  
Brigada Telegráfica del Ejército: 294  
British Australian Telegraph Co: 359  
British Rail (BR): 335  
British & Iris Magnetic Telegraph Co: 359  
British Indian Telegraph Co: 359  
British Post Office: 182, 335  
British Telecom (BT): 187, 214, 224, 226, 243, 334, 408, 459, 466, 467  
British Telecom España (BT España): 192  
Broadnet: 468  
BT Telecomunicaciones (BTT): 188  
BULL-GE: 177  
C 33: 459  
Cable & Wireless: 115  
Cables de Comunicaciones: 452  
Cables de Lyon: 329  
Cadena 100: 461  
Cadena Azul de Radiodifusión (CAR): 156  
Cadena de Emisoras Sindicales (CES): 156, 449  
Cadena de Ondas Populares (COPE): 156, 158, 448, 452, 454, 461  
Cadena RATO: 454, 459  
Cadena SER: 156, 158, 402, 443, 451, 454, 458, 464  
Caixa Catalunya: 243  
Caixa d'Estalvis de Catalunya: 245  
Caixa Vigo: 245  
Caja de Navarra: 245  
Caja del Mediterráneo: 245  
Caja Madrid: 248  
Caja Postal de Ahorros: 287, 457  
Cajasturias: 243  
Camino de Hierro del Oeste: 348  
Canal 9: 459  
Canal ARTE: 462  
Canal Clásico: 461  
Canal Internacional: 459, 460  
Canal Plus: 168, 172, 459, 462  
Canal Sur: 458, 461  
Cabitel: 460  
Cataluña Informació: 462  
Cataluña Radio: 160  
CATNIX: 226  
CBS: 166, 444  
CBU: 173  
Central American Telegraph Co: 360  
Central Eólica de Aragón: 315  
Central Hidráulica de Alcántara: 315  
Central Nuclear de Trillo: 311  
Central Nuclear de Almaraz: 308  
Central Nuclear de Ascó: 315  
Central Nuclear de Valdecaballeros: 308  
Central Solar de Almería: 315  
Centro Astronómico de Yeves: 263, 267  
Centro Astronómico Hispano-Alemán (CAHA): 264  
Centro Coordinador de Salvamento (CCS): 123, 135  
Centro de Alerta Temprana (CAT): 471



- Centro de Comunicaciones de la Red de Espacio Profundo: 266  
 Centro de Control de Tráfico Aéreo de Sevilla: 142  
 Centro de Control e Información de Vuelo de Madrid: 142  
 Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT): 217, 221  
 Centro de Transmisiones del Ejército de Tierra: 298  
 Centro Electrotécnico de Ingenieros: 298  
 Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico (CNUCE): 211  
 Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI): 211  
 Centro de supercomputación de Cataluña (CESCA): 221, 226  
 CESELSA: 146  
 CESGA: 228  
 Channel Islands Telegraph Co: 359  
 China Submarine Telegraph Co: 359  
 Cinet: 229, 463  
 Circulo de Bellas Artes: 445  
 Citesa: 400, 450, 455  
 CNM: 221  
 COBRA: 332  
 Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT): 243, 246, 451, 464  
 Cometa: 243  
 Comisión Administrativa del Patronato de Televisión: 172  
 Comisión de Mercado de las Telecomunicaciones (CMT): 78, 80, 81, 82, 175, 415, 416, 464, 467  
 Comisión Federal de Comunicaciones (FCC): 158, 164  
 Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT): 218  
 Comisión Permanente de Electricidad: 285  
 Comité Asesor de Televisión Avanzada de EEUU (ACATS): 170  
 Comité Científico Consultivo Internacional: 267  
 Comité Consultivo Internacional Técnico de las Comunicaciones Radioeléctricas (CCIR): 118  
 Comité Consultivo Internacional Telefónico (CCIF): 437  
 Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): 176, 438, 447, 457  
 Comité Electrónico Internacional (CEI): 310  
 Comité Olímpico Internacional (COI): 461  
 Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos: 437, 438, 439  
 Compagnia dei Cavi Telegrafichi Sottomarini: 439  
 Compagnie Française des Télégraphes sans Fils et d'Applications Électriques: 126, 128, 131  
 Companhia Telegrafica Platino-Braziliera: 359  
 Compañía arrendataria del Monopolio de Petróleos (CAMPESA): 388  
 Compañía Barcelona de Electricidad: 303  
 Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos: 284  
 Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos: 125, 126  
 Compañía de Ferrocarriles Andaluces: 322  
 Compañía del Teléfono Magnético: 348  
 Compañía General de Teléfonos: 437  
 Compañía General Madrileña: 303, 304  
 Compañía Gestora del Servicio Mensatel: 239  
 Compañía Ibérica de Redes Telefónicas: 434  
 Compañía Ibérica de Telecomunicación: 62, 90, 94, 152  
 Compañía Internacional de Radio Española, (CIRESA): 129, 131, 132, 439, 446, 449  
 Compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA): 322  
 Compañía Madrileña de Teléfonos: 62, 430, 437  
 Compañía Nacional de Radio: 128  
 Compañía Nacional de Telegrafía: 349  
 Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos: 45, 126, 127, 128, 129, 395, 434, 435, 436  
 Compañía Peninsular de Teléfonos: 62, 63, 64, 282, 387, 429, 430, 432, 433, 434, 436, 437  
 Compañía Portuguesa: 459  
 Compañía Sevillana de Electricidad: 303, 308, 314  
 Compañía Telefónica Interurbana: 62  
 Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) actual Telefónica: 45, 51, 55, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 130, 131, 132, 133, 134, 176, 177, 178, 179, 180, 188, 192, 217, 218, 224, 226, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 249, 250, 280, 282, 312, 328, 329, 330, 331, 332, 334, 335, 383, 387, 389, 392, 395, 396, 398, 399, 400, 401, 403, 406, 408, 434, 437, 438, 439, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 448, 450, 451, 452, 453, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471  
 Compañía Transatlántica: 87  
 Compañía Transmediterránea: 42  
 CompuServe: 459  
 Computer Sciences Corporation (CSC): 176  
 Comunidad Europea (CE): 71, 76, 195, 457, 458, 459, 460  
 Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT): 241, 448, 454  
 Congreso de los Diputados: 303  
 Conseil European pour la Recherche Nucleaire (CERN): 211, 212  
 Consejo Asesor de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información: 188, 470  
 Consejo Europeo de Investigación Nuclear (CERN): 459, 460, 461  
 Consejo Nacional de Telecomunicaciones: 444, 448, 449  
 Consejo Superior de Aeronáutica: 140  
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): 218, 221, 223, 462  
 Consorcio Hispano Alemán (CHA): 336  
 Consorcio Ópera: 245  
 Coordinadora de Asociaciones de Emisoras Municipales: 458  
 Coordinating Committee for Intercontinental Research Networks (CCIRN): 212  
 Corning Glass: 452  
 Corporación Alba: 243  
 Corporación RAND: 204  
 Correo Híbrido: 467  
 Correos: 435, 472  
 Correos Telecom: 467  
 Correos y Telecomunicación: 455, 456  
 Correos y Telégrafos: 33, 52, 53, 59, 60, 64, 75, 77, 94, 125, 126, 132, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 328, 335, 371, 372, 382, 398, 422, 426, 428, 435, 437, 443, 454, 456, 457, 460, 461, 462, 465, 466, 467, 468  
 Cruz Roja: 105  
 CTV-Jet: 226  
 Cuatro: 172  
 Cuba Submarine Telegraph Co: 359, 360, 430  
 Cubiertas: 243  
 Cuerpo de Comunicaciones: 430  
 Cuerpo de Correos: 426, 447  
 Cuerpo de Ingenieros de Telecomunicación: 447  
 Cuerpo de Telégrafos: 33, 42, 44, 49, 50, 51, 53, 58, 59, 64, 66, 87, 111, 125, 275, 276, 277, 279, 284, 285, 295, 370, 372, 376, 379, 380, 382, 386, 387, 389, 397, 423, 424, 425, 426, 429, 430, 432, 447  
 Cuerpo de Transmisiones de Protección Civil: 105  
 Cuerpo de Transmisiones del Ejército: 137  
 Dalmau e Hijo: 57  
 Danish Norwegian English Telegraph Co: 359  
 Danish Russian Telegraph Co: 359  
 Data General: 187  
 DB: 332  
 Defensa Pasiva Nacional: 105  
 Defense Advance Research Projects Agency (DARPA): 204  
 Delegación del Gobierno en la CTNE: 239  
 Delivery of Advanced Network Technology to Europe (DANTE): 215  
 Departamento de Comercio de los Estados Unidos: 226  
 Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD): 204, 212  
 Departamento de Energía (DoE): 211, 212  
 Departamento de Ingeniería Telemática de la ETSIT de la UPM (DIT): 217  
 Deutsche Bundespost Telekom: 459  
 Deutsche Telecom: 248  
 Digital video Broadcasting (DVB) o (Radiodifusión de Vídeo Digital): 170  
 DIMAT: 306  
 Dirección General de Aeronáutica Civil: 140  
 Dirección General de Aviación Civil: 147  
 Dirección General de Comunicaciones: 61, 126, 129, 152, 426, 437  
 Dirección General de Correos y Telecomunicaciones: 281, 453, 454  
 Dirección General de la Marina Mercante: 134  
 Dirección General de Protección de Vuelo: 142  
 Dirección General de Radiodifusión: 150, 156, 171, 444  
 Dirección General de Radiodifusión y Televisión: 150, 165  
 Dirección General de Telecomunicación: 131, 188, 287, 290, 441, 457  
 Dirección General de Telégrafos: 277  
 Dirección General de Telégrafos y Teléfonos: 286  
 Dirección General de Universidades e Investigación (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía): 218  
 Direct Spanish Telegraph Co: 359, 360, 426  
 Direct United States Cable Co: 359, 360  
 Distribuidora de Televisión Digital (DTS): 464

- DMR: 248  
 EAQ: 440  
 Eastern Extension Australia & China: 359, 360  
 Eastern Telegraph Co: 359, 360, 426  
 EESA: 146  
 Ejército del Aire: 146  
 El Corte Inglés: 184  
 EL Mundo Radio: 158  
 El País: 465  
 Elcano: 445  
 Electra de Viesgo: 304  
 Electric & International Telegraph Co: 347, 359, 365  
 Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ): 304, 314  
 ELIOP: 332, 341  
 Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL): 73, 131, 132, 176, 395, 449, 451, 452  
 Empresa Nacional Radio Marítima: 131, 445  
 Empresa Nacional Torres Quevedo: 444, 445  
 ENA: 330, 341  
 ENDESA: 77, 245, 250, 305, 314  
 ENHER: 313, 314  
 ENSIDESA: 341, 400  
 Ente Público Red Técnica Española de TV : 77  
 Entidad Pública Empresarial Red.es: 218, 468  
 Entrecanales: 243  
 ENYSE: 332  
 eresMas Interactiva, S.A.: 467  
 Ericsson : 58, 62, 68, 74, 155, 236, 237, 238, 327, 388, 400, 438, 451  
 Escuela Central de Telegrafía: 298  
 Escuela de Artes y Oficios: 42  
 Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona: 57, 427  
 Escuela de Ingeniería Industrial de Madrid: 92  
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación: 447, 450  
 Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona: 303  
 Escuela de Ingeniería Técnica de Telecomunicación: 447  
 Escuela de Telegrafía Eléctrica: 346  
 Escuela General de Telegrafía: 49, 434  
 Escuela Oficial de Comunicaciones: 445, 447, 448, 449, 450, 454, 456  
 Escuela Oficial de Telegrafía: 53, 436  
 Escuela Técnica de Berlín-Charlottenburg: 86  
 Escuela Técnica de Peritos de Telecomunicación: 453  
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación: 450
- Espanix: 224, 464  
 Españoles Aficionados a la Radiotécnica (EAR): 100, 101, 102  
 Establecimiento Industrial de Ingenieros: 298  
 Estación de Observación de Calar Alto : 263, 264  
 Estación Pirenaica: 443  
 ETB: 456  
 ETB2: 458  
 EUNET – GOYA: 224  
 Euronews: 462, 470  
 European Academic & Research Network (EARN): 456  
 European Academic Supercomputer Initiative NETWORK (EASINET): 213  
 European Northern Observatory (ENO): 264  
 European Space Agency (ESA): 211, 212  
 European Telecommunications Standards Institute (ETSI): 241  
 European Unix Users Group (EUUG): 211, 217  
 European Unix Users Network (Eunet): 211, 212  
 EUROVISIÓN: 173, 448  
 Euskaltel: 77, 80, 245, 465  
 EuskoNIX: 227  
 EUTELSAT: 457  
 Exchange Telegraph Co: 366  
 Fábrica Nacional de Moneda y Timbre: 466  
 Falmouth Gibraltar : 359  
 FECSA: 243, 314  
 Federación de Agrupaciones de Radio (FAR): 102, 103  
 Federación de Organismos o Entidades de Radio y Televisión Autonómicas (FORTA): 168  
 Federación de Radioaficionados Españoles: 98  
 Federación Mundial de Asociaciones Nacionales (INTU): 193  
 Federal Communications Commission (FCC): 234, 235, 248, 443, 445, 446  
 Federal Networking Council (FNC): 212  
 Felten & Guillaume: 359  
 Fenton & Hyde: 359  
 Ferranti: 307  
 Ferrocarriles del Oeste: 322  
 Ferrocarriles Autonómicos: 341  
 Ferrocarriles Británicos (BR): 334  
 Ferrocarriles del Norte: 322  
 Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE): 323, 341  
 Ferrocarriles Medina-Zamora-Orense-Vigo (MZOV): 322  
 Ferroviario: 245, 248  
 Firstmark: 468  
 Fondo Monetario Internacional (FMI): 70  
 France Telecom: 245, 248, 314, 459
- Fuerzas Eléctricas del Noroeste: 314  
 Fujitsu: 335, 454  
 Fundació Catalana para la Recerca: 464  
 Fundación Barrié de la Maza: 195  
 Fundación Galileo Galilei: 264  
 Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones (FUNDESCO): 195, 218, 221, 457, 462  
 Fundación Telefónica: 195, 466, 470  
 Galaxy: 334  
 GALNIX: 228  
 GAS Madrid: 375  
 Gas Natural: 314  
 General Cable: 400, 452  
 General Electric: 112, 180, 237, 306  
 General Railway Signal (GRS): 324  
 General Telephone & Electronics Corporation (GTE): 307  
 German Union Telegraph Co: 359  
 GESA: 314  
 Gessinet: 245  
 Geumont-Schneider: 330, 333  
 Glass Eliot & Co: 359, 362  
 GLOBAL – UAM: 224  
 Goya Servicios Telemáticos: 229, 462  
 Great Eastern Railway: 347  
 Great Northern Telegraph Co: 359, 360  
 Great Northern, China & Japan Extension Telegraph Co: 359  
 Great Western Railway: 347  
 Groupe Speciale Mobile (GSM): 241  
 Grupo Albertis: 250  
 Grupo Auna Operadores de Telecomunicaciones: 250  
 Grupo Europeo de Lanzamiento del DVB (ELG) : 170  
 Grupo ING: 250  
 Grupo Santander : 250  
 GTE-Telettra: 454  
 Gutta Percha Co.: 359  
 Hamburg & Heligolan Telegraph Co: 359, 360  
 Harbour News Association: 366  
 Havas: 366, 426  
 Henley's Telegraph Works: 359  
 Hidrocanábico: 314  
 Hidroeléctrica de Cataluña: 314  
 Hidroeléctrica del Cantábrico: 304  
 Hidroeléctrica Española: 304, 305, 307, 308, 310  
 Hidroeléctrica Ibérica: 304  
 Hidrola: 193  
 Hispano Radio Marítima: 130, 131  
 Hispavisión: 461  
 Hoopers Telegraph Works: 359  
 Hughes Aircraft Co: 168  
 IAC: 265  
 IARU: 445  
 Iberdrola: 248, 304, 306, 313  
 Iberduero: 304, 305, 306  
 IBERIA: 181, 182
- iBiquity : 159  
 ICL/Medusa: 224  
 ICL-Fujitsu: 229  
 Iddeo: 225, 467  
 Imperial & International Communications Ltd.: 115  
 Independent Broadcasting Authority (IBA): 182  
 India Rubber: 359  
 Indo European Telegraph Co: 359, 360  
 INDRA: 146, 341  
 Industria Electrónica de Comunicaciones (Indelec): 239  
 Industrias de Telecomunicación (Intelsa): 239, 400, 451  
 Infoglobal: 341  
 Information Sciences Institute (ISI): 225  
 Ingenieros Técnicos de Telecomunicación: 453  
 INI: 445, 449, 452  
 INISEL: 146  
 INMARSAT: 456  
 Instituto Oficial de Radio y Televisión: 454  
 Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA): 211  
 Instituto Cervantes: 224  
 Instituto Conjunto para Interferometría de muy Larga Base en Europa (JIVE): 266  
 Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA): 265  
 Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) : 264  
 Instituto de Física Corpuscular de Valencia (IFIC): 217  
 Instituto de Ingeniería de España: 464  
 Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI): 458  
 Instituto Geográfico Nacional (IGN): 28, 263  
 Instituto Hidrográfico de la Marina: 144  
 Instituto Hispano-franco-alemán de Radioastronomía Milimétrica (IRAM): 265  
 Instituto Nacional de Industria (INI): 131, 132, 444, 454  
 Instituto Nacional de Telefonía: 64  
 Instituto Sarda: 193  
 Instrucción Pública: 285  
 INTEL: 180, 451, 452, 456, 457, 459, 461, 464, 467, 468  
 Intelcom: 463  
 INTELSA: 455, 456  
 INTELSAT: 72, 457  
 Intercom: 229  
 INTERESPUTNIK: 452  
 Internacional Standard Organization (ISO): 175  
 International Amateur Radio Union (IARU): 85, 99, 100, 102, 438

- International Business Machines (IBM): 176, 181, 213, 224, 229, 446, 455, 456, 458, 463
- International Ocean Telegraph Co: 359, 360, 363, 426
- International Telecommunication Satellite Consortium (INTELSAT): 450, 451
- International Telephone & Telegraph Company (ITT): 65, 66, 69, 74, 131, 177, 179, 324, 388, 392, 395, 396, 399, 437, 444
- Internet Assigned Number Authority (IANA): 225
- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN): 225
- Internet Engineering Task Force (IETF): 200
- Lycos: 468
- Internet Society (ISOC): 200, 463, 460, 465
- INTERVISIÓN: 173
- Inversiones Fersango: 243
- Isle of Man Telegraph Co: 359
- ISOC-ANDA: 465
- ISOC-ARA: 465
- ISOC-CAT: 463
- ISOC-GAL: 468
- Instituto Nazionale di Astrofisica (INAF): 264
- Italcable: 115
- JANET: 221
- Jazz Telecom, S.A.: 248, 465, 467
- Jefatura de Programas de Televisión: 171
- Jefatura de Transmisiones de la Defensa: 299
- Jefatura de Transmisiones del Ejército de Tierra: 298
- Junta Administrativa de Programas de RNE: 171
- Junta Administrativa y Rectora de Programas de Televisión: 171
- Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB): 118, 286, 445
- Junta Nacional de Telecomunicaciones: 74
- Junta Técnica e Inspector de Radio-comunicación: 96
- Kungl Tekniska Högskolan (KTH): 211
- Kuper & Co: 359
- Kutxa: 243, 245
- La 2: 459
- La Caixa: 193
- La Sexta: 172
- Laboratorio de Investigaciones: 285
- Laboratorio Electrónico Vives: 306
- Laboratorios ASINEL: 317
- Laboratorios Precisión: 155
- Le Matériel Téléphonique (LMT): 72
- Levant Telegraph Co: 359
- Liverpool Docks Comité: 359
- LIENA: 330
- Lince Telecomunicaciones: 78
- Linux: 460
- Llinares: 369
- LOGITEL: 341
- London District Telegraph Limited: 347
- Lorenz: 143
- Loterías y Apuestas del Estado: 470
- Lucent: 159
- Lufthansa: 139, 470
- LYCOS: 227
- Madritel: 464, 466, 468
- Magnetic Co: 362
- Marconi Española: 445
- Marconi Wireless Telegraph Company: 42, 45, 110, 126, 128, 131, 138, 146, 151, 296
- Marselles, Algiers & Malta Telegraph Co: 359
- Massachusetts Institute of Technology (MIT): 204
- MASTEC: 464
- McDonell Douglas: 187, 188
- MCI: 189, 190, 208, 456, 459
- Mediterranean Extension Telegraph Company: 359, 360
- Menta: 467
- Mercapital: 248
- Mercury Communications: 408
- Merit Network Inc: 206, 208
- Metro de Barcelona: 341
- Metro de Bilbao: 341
- Metro de Madrid: 340, 341
- Metro de Valencia: 341
- MFS: 207
- Microsoft: 454, 455, 456, 457, 460, 461, 462, 463, 464, 466, 468, 469, 471, 472
- Minas de Almadén: 369
- Ministerio de Ciencia y Tecnología: 78, 81, 157, 172, 251, 468, 470, 471
- Ministerio de Comunicaciones: 128, 130, 140, 440
- Ministerio de Educación y Ciencia: 448, 457
- Ministerio de Estado: 285
- Ministerio de Fomento: 78, 79, 80, 134, 140, 147, 157, 172, 227, 246, 285, 294, 466, 467, 468
- Ministerio de Gobernación: 61, 124, 277, 279, 285, 294, 356, 372, 427, 432, 447, 452
- Ministerio de Hacienda: 157, 435, 468
- Ministerio de Industria y Energía: 172, 239, 311
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: 78, 81, 82, 157, 227, 472
- Ministerio de Información y Turismo: 150, 156, 446, 449, 452
- Ministerio de la Guerra: 124, 127, 281, 425, 432
- Ministerio de la Guerra: 277, 278, 285, 296, 427, 435
- Ministerio de Marina: 124, 285, 296, 356, 357, 432
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes: 157, 242
- Ministerio de Trabajo: 285
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones: 74, 76, 455, 456
- Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones: 157, 239, 457
- Ministerio de Turismo y Comercio: 172
- Ministerio del Interior: 194, 227
- Minitel: 413
- MIT: 449, 450
- Mompó, Antonio: 430
- Monte Wilson (California): 258
- Montevidean & Brazilian Telegraph Co: 359
- Mosaic Communications Co (MCC): 462
- Motorola: 235
- Movi2: 248
- Moviline: 459
- Movilweb21: 248
- Movistar: 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472
- Movistar e-moción: 471
- Muirhead: 335
- Mundovisión: 449
- Museo de Telefónica: 465
- Museum of Television & Radio: 158
- National Aeronautics and Space Organization (NASA): 45, 169, 211, 212, 307, 448, 451
- NANBA: 173
- NANSA: 314
- National Institute for Nuclear Physics and High-Energy Physics (NIKHEF): 211
- National Physics Laboratory (NPL): 204, 210
- National Science Foundation: 205
- NBC: 164, 444
- Neo: 468
- Neo Sky: 315
- Netscape Communications: 462
- New Antwerp Telephone & Electric Works: 388
- New York & Newfoundland: 348
- New York Associated Press: 366
- New York Newfoundland & London Telegraph Co: 359
- New York Quotation Co: 365
- New York, Terranova & London Electric Telegraph Co: 362
- Newfoundland Electric Telegraph Co: 359
- NIKHEF: 221
- Nokia: 243
- Nordic Mobile Telephone (NMT): 236
- Nordic Optical Telescope Scientific Association (NOTSA): 264
- NSF: 221
- NTT: 235
- Observatorio Astronómico Nacional (OAN): 263, 264, 266, 267
- Observatorio Astronómico de Madrid: 263
- Observatorio de Pico Veleta: 265
- Observatorio de Sierra Nevada (OSN): 265
- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM): 264
- Observatorio del Teide (OT): 264
- Observatorio Espacial Herschel: 266
- Observatorios Carnegie (Pasadena): 258
- Off-Campus: 229
- Office of Telecommunications (OFTTEL): 408
- Oficina de Patentes de Estados Unidos: 427
- Oficina Internacional de las Administraciones Telegráficas: 358
- OHL: 248
- OLE, S.L.: 226, 464
- Olivetti: 455, 456
- ONDA CERO: 158, 466, 469
- ONO: 253, 314
- Orange: 253, 470
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI): 141, 144, 145, 147
- Organización de la Televisión Iberoamericana (OTI): 173
- Organización de Naciones Unidas (ONU): 69, 70, 118, 122, 182, 452, 456
- Organización Europea de Telecomunicaciones por Satélite (EUTELSAT): 454
- Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL): 147
- Organización Internacional de Estandarización (ISO): 200, 201
- Organización Internacional de Radiodifusión y Televisión: 173
- Organización Marítima Internacional (OMI): 121, 122, 124, 133, 134
- Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE): 226, 459, 466, 471
- Organización Provisional de Aviación Civil Internacional (OPACI): 141
- Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT): 123, 454
- OTAN: 299
- PacBell: 207
- Parque Central de Telégrafos: 298
- Patronato de Televisión: 172
- Pearl Harbour: 443
- Philips: 154, 167, 168, 162, 164, 239, 445
- Pirelli: 311, 429
- Plantolid: 357
- Plateau de Bure: 265

- Portugal Telecom: 465  
 Post Office Británico: 350  
 Presidencia del Gobierno: 172  
 PRISA: 458  
 Protección Civil: 105  
 PTT Telecom: 214, 413  
 Punto Radio: 158  
 Quiero (RADIO): 158  
 R.S.Newall & Co: 359  
 Racal Electronics: 250  
 RACAL MILGO: 177  
 Racal Telecom: 250  
 Radio Arenys de Mar: 455  
 Radio Argentina: 45, 128, 131, 284, 438, 440, 441  
 Radio Asociación de Cataluña: 96, 440, 442  
 Radio Barcelona: 99, 152, 153, 154, 402, 437, 439, 440, 451  
 Radio Bilbao: 439  
 Radio Cadena Española: 455  
 Radio Catalana: 153  
 Radio Club de Aragón: 97  
 Radio Club de Cataluña: 93, 94, 97  
 Radio Club de España (RCE): 92, 93, 94, 95, 96, 97  
 Radio Club de Tarazona: 97  
 Radio Club Marconi: 90, 92  
 Radio Club Sevillano: 402  
 Radio Common Carriers (RCC): 234  
 Radio Corporation of America (RCA): 112, 115, 151, 164  
 Radio España: 158, 402, 437, 454  
 Radio España Independiente: 301, 443, 455  
 Radio Exterior de España: 455, 461  
 Radio Ibérica: 93, 94, 96, 98, 152, 402, 437  
 Radio Industria Bilbaina: 131  
 Radio Intercontinental: 445, 454  
 Radio Intereconomía: 158  
 Radio Juventud: 449  
 Radio Libertad: 98  
 Radio Liberty: 448, 463  
 Radio Madrid: 97, 98, 439, 458  
 Radio Marca: 158  
 Radio Marconi: 459  
 Radio Nacional de España (RNE): 153, 156, 158, 164, 397, 443, 444, 447, 448, 450, 453, 455  
 Radio Nacional de España Radio 1: 158  
 Radio Nacional de España Radio 5: 158  
 Radio Orange : 443  
 Radio Peninsular de España: 448  
 Radio Popular S.A.: 452  
 Radio Sevilla: 439, 442  
 Radio Televisión Olímpica (RTO): 461  
 Radio Tenerife: 442  
 Radio Vaticano: 461  
 Radiobip: 315  
 RAI: 173  
 RCA: 445  
 Real Academia de Ciencias: 153  
 Real Academia de la Lengua Española: 97  
 Real Academia de Medicina de Barcelona: 31  
 Real Automóvil Club de Cataluña: 463  
 Real Compañía Asturiana de Minas: 353  
 Red de Emisoras del Movimiento (REM): 156  
 Red Eléctrica de España(REE): 311, 312, 313, 317  
 Red Eléctrica de Telecomunicaciones (RET): 315  
 Red Emisoras de Movimiento (REM): 446  
 Red Española de Aficionados (EAR): 101, 102  
 Red Europea de Interferometría de Muy Larga Base (EVN): 266  
 Red Europea de Transporte de Electricidad: 315  
 RedIRIS: 457, 460, 462  
 Red Nacional de Radiodifusión (REDERA): 443  
 Red Sea & India Telegraph Co: 359  
 Rede de Ciencia e Tecnologia de Galicia (RECETGA): 228  
 Redes TB: 225, 465, 466, 467  
 Reditel: 243  
 RENFE: 181, 182, 323, 326, 328, 329, 330, 331, 333, 334, 335, 338, 339, 340, 241, 399, 455  
 REOSC: 264  
 Réseaux Associés pour la Recherche Européene (RARE): 212, 219  
 Réseaux IP Européens (RIPE): 212  
 Retevisión: 77, 78, 167, 225, 245, 249, 250, 457, 459, 460, 461, 462, 465, 466, 467, 468  
 Retevisión Móvil: 245  
 Reuters: 47, 366  
 Reutters Telegraph Co System: 359  
 Revenga Ingenieros: 327, 341  
 RICA: 221  
 Riotinto Co.: 353, 369  
 RIPE Network Coordination Center (RIPE NCC): 213  
 Ritzaus Bureau: 366  
 Riverplate Telegraph Co: 359, 360  
 Royal Radar Establishment: 210  
 RTE: 468  
 RTF: 173  
 RTVE: 239, 453, 455, 459, 461, 462  
 Rubbergutapercha & Telegraph Works Co: 426  
 S.V.Silver & Co: 359  
 Sacyr: 248  
 SAGEM: 333  
 Salto de Bolarque: 304  
 Saltos del Duero: 304  
 Saltos del Sil: 308  
 Sarenet: 229  
 SATELSA: 177  
 Scilly Isles Telegraph Co: 359, 360  
 SECOINSA: 177, 454, 458  
 Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI): 78, 81, 82, 227, 468  
 Secretaría General de Comunicaciones (SGC): 78, 242, 288, 395, 437, 457, 462  
 Segacom: 471  
 Servicio de Guardacostas: 144  
 Servicom: 225, 229, 463, 465, 466, 467  
 SESA: 449, 451, 452, 453, 455, 457, 458  
 Sharp: 467  
 Siemens: 65, 116, 177, 181  
 Siemens & Halske: 111, 359, 388  
 Siemens BROS.: 359  
 Sindicato Transradio Español: 128  
 SINTEL: 330, 464  
 Sistelcom: 243  
 SITRE: 177  
 Sky Point: 468  
 Sloan Digital Sky Survey (SDSS): 262  
 SNCB: 332  
 Sociedad Anglo-Española de Electricidad: 371  
 Sociedad de Gasificación Industrial: 304  
 Sociedad de Radio Transmisores Irlandeses: 86  
 Sociedad de Radiotelefonía Española: 94, 151, 152  
 Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR): 134  
 Sociedad de Servicios y Consultoría en Informática (SSCI): 183  
 Sociedad de Teléfonos de Madrid: 61, 429  
 Sociedad Española de Electricidad: 303, 429  
 Sociedad Española Oerlikon: 125, 433  
 Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI): 468  
 Sociedad General de Teléfonos de Barcelona, S.A.: 429, 430, 437  
 Sociedad Max Planck: 264  
 Société du Câble Transatlantique Française: 359  
 Societé International de Télégraphie sans Fils: 130  
 Sogecable: 469  
 Sonera: 248  
 Sony Ericsson: 252  
 Southafrican Post Office: 459  
 Space Physics Analysis Network (SPAN): 211  
 Spanish National Submarine Telegraph Co Ltd: 428  
 Spencer & Thomas, Ltd: 359  
 Sperry: 143  
 Sprint: 207, 208, 245  
 SRDT : 158  
 SRM: 243  
 SRM-Cometa: 243  
 Standard Eléctrica: 66, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 192, 239, 311, 324, 327, 328, 400, 438, 439, 445  
 Standard Telephones & Cables: 45, 143  
 STET: 77, 245  
 Submarine Telegraph Co: 359, 360  
 Subsecretaría de Aviación Civil: 142  
 Subsecretaría de Educación Popular: 171  
 Sun Microsystems: 463  
 Trans-European Research and Education Networking Association (TERENA): 212  
 Teatro del Liceo: 153  
 Telcon: 359  
 Tele Deporte: 462  
 Tele Expo: 461  
 Telecable: 315  
 Telecinco: 168, 172, 459, 462  
 Telecom Italia: 249  
 Telecommunications Industry Association (TIA): 247  
 Telecomunicaciones Marinas, S.A. (TEMASA): 461, 466  
 Teledeporte: 461  
 Telefónica Data: 192, 466, 471  
 Telefónica Interactiva: 466, 467  
 Telefónica Intercontinental: 465  
 Telefónica Internacional: 465  
 Telefónica Media: 465, 466, 469  
 Telefónica Móviles : 249, 251, 252, 253, 465, 466  
 Telefónica Servicios Móviles: 243, 245, 464  
 Telefónica Servicios Uno (TSI): 239  
 Telefónica Soluciones: 470  
 Telefónica Telecomunicaciones Públicas: 470  
 Telefunken: 111, 115, 116, 128, 131, 138, 449  
 Telegrafía y Telefonía sin Hilos: 111  
 Telégrafos: 45, 46, 50, 51, 57, 64, 66, 67, 280, 281, 284, 294, 427, 428, 429, 430, 433, 435, 436, 438, 440, 441, 442, 443, 445, 446, 447, 448, 449, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 467, 468, 469, 470  
 Telégrafos Ópticos: 423  
 Telegraphic & General Association: 366  
 Telemadrid: 459  
 TELENET: 179  
 Telesp: 465  
 Teletrunk: 315  
 Telettra: 332, 400  
 Telettra Española: 451  
 Televerket: 235  
 Televisión Autónoma de Cataluña: 461

- Televisión Autónoma Gallega (TVG): 457  
 Televisión Española (TVE): 156, 165, 166, 167, 168, 169, 173, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 456, 458, 459, 461, 462  
 Telia: 235  
 TELMEX: 462  
 Terra: 226, 247, 467, 468, 469, 470, 472  
 Terra-Lycos: 471  
 Terranova Electric Telegraph Co: 362  
 Tesoro Público: 357  
 Thompson: 177  
 Thorens: 155  
 TINET (Tarragona InterNet): 224  
 T-Mobile: 470  
 T-On line: 315  
 Torres Quevedo: 131, 449  
 TPI-Páginas Amarillas: 470  
 Tradia: 250  
 Transradio Española: 45, 128, 129, 130, 131, 132, 160, 284, 439, 440, 441, 449, 452  
 Trenzas y Cables (TYCSA): 311  
 TRW: 307  
 TV3: 168, 223, 456  
 TVE Hispavisión: 462  
 TVE Internacional: 461, 463, 464  
 Tyco Submarine Systems, Ltd. (TSSL): 466  
 TYMNET: 179  
 UIB: 221  
 UIR: 445  
 UNELCO: 314  
 UNESCO: 113  
 UNI2: 78, 226, 466  
 Unicaja: 243, 245  
 UNICAN: 221  
 Unidad Eléctrica SA (UNESA): 305, 314  
 Unión de Radioemisores Españoles (URE): 101, 102, 103, 104, 105, 107, 445  
 Unión Eléctrica Madrileña: 304  
 Unión Europea de Radiodifusión: 173, 445  
 Unión Fenosa: 77, 243, 245, 250, 304, 305, 314, 317  
 Union for Radio and Television Networks for Africa (URTNA): 173  
 Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC): 329, 331, 332, 334  
 Unión Internacional de Radiodifusión (UIR): 173  
 Unión Internacional de Radiofonía (UIR): 438  
 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT): 40, 48, 49, 51, 69, 115, 118, 119, 121, 123, 136, 137, 138, 139, 141, 147, 149, 150, 161, 172, 286, 356, 425, 445, 447, 451, 453, 466  
 Unión Radio: 154, 402, 438, 439, 440, 443  
 Unión Radiotelegráfica Internacional (URI): 69, 118, 438  
 Unión Telegráfica: 118  
 Unión Telegráfica Austro-Alemana: 40  
 Unión Telegráfica de Europa Occidental: 349  
 Unión Telegráfica Internacional (UTI): 40, 48, 69, 117, 172, 277, 286, 349, 425, 426, 429, 432, 437, 438, 441  
 UNIOVI: 221  
 United Airlines: 471  
 United Fruit Company: 111  
 United States Air Forces (USAF): 176  
 Univac: 177  
 Universal Telegraph Private Company: 347  
 Universidad Autónoma de Barcelona: 217, 221  
 Universidad Autónoma de Madrid: 217, 221  
 Universidad Canadiense de British Columbia: 219  
 Universidad Complutense de Madrid: 221, 462  
 Universidad de Barcelona: 221  
 Universidad de Cambridge: 265  
 Universidad de Cantabria: 217  
 Universidad de Navarra: 150  
 Universidad de Pensilvania: 444  
 Universidad de Valencia: 151  
 Universidad de Zaragoza: 217  
 Universidad Jaume I (UJI): 461  
 Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED): 393  
 Universidad Politécnica de Madrid (UPM): 217, 220, 221  
 Universidad Rovira y Virgili de Tarragona (URV): 224  
 Universitat Oberta de Catalunya (UOC): 224  
 University College of London: 210, 211  
 University of Southern California (USC): 225  
 Unosa: 193  
 UPC: 221  
 UPF: 221  
 UPV: 221  
 USA Digital Radio (USADR): 159  
 UV: 221  
 Venzon Communications Airfone: 471  
 Vereinigte Deutsche Telegraphen: 360  
 Veritas: 471  
 Verizon Wireles: 471  
 Via Digital: 464, 465, 469, 470  
 Videotex Información (VTI): 239  
 VIESGO: 314  
 Vivendi: 248  
 Vodafone: 246, 250, 251, 252, 469, 470, 471, 472  
 W.T.Henley Telegraph Works Co: 359  
 WAC Club : 100  
 Wanadoo: 468, 469  
 West India & Panama Telegraph Co: 359, 360  
 Western & Brazilian Telegraph Co: 359, 360  
 Western Electric: 68  
 Western Union Telegraph: 151, 348, 426  
 Westinghouse Electric & Manufacturing Co.: 114, 150, 315  
 Wilkins & Wetherly: 359  
 Wireless Telegraph and Signal Company: 110, 431  
 Wolffische Telegraphen Büro (WTB): 366  
 World Web Consortium (W3C): 200  
 Xfera: 248  
 Xfera: 467

# Índice general

Presentación . . . . .	9	1891-1907: La implantación de las líneas interurbanas de larga distancia . . . . .	61
1855-2005: la última revolución tecnológica . . . . .	11	1907-1923 La implantación de las redes internacionales . . . . .	63
El telégrafo: historia y presente . . . . .	15	1924-1985 El monopolio del servicio telefónico . . . . .	65
Las telecomunicaciones: testigo y parte de historia . . . . .	17	1924-1944: Unificación y modernización de las redes . . . . .	65
<b>INTRODUCCIÓN. PREHISTORIA DE LA TELECOMUNICACIÓN</b>			
<b>ALBORES DE LA TELECOMUNICACIÓN</b>			
Primeros testimonios . . . . .	25	1950 a 1969: Desarrollo del servicio . . . . .	70
Agamenon . . . . .	25	1970-1985: Extensión del servicio . . . . .	73
Polibio . . . . .	26	1986-2005: La apertura a la competencia . . . . .	75
Edad Media: Ahumadas . . . . .	27	1986-1997: El camino hacia la liberalización . . . . .	75
Enrique III . . . . .	27	1998-2005: La liberalización plena . . . . .	79
Las señales militares . . . . .	28	Bibliografía . . . . .	83
La Ilustración: Ensayos sobre telégrafos . . . . .	29	<b>EL SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS EN ESPAÑA</b>	
La electricidad . . . . .	29	El comienzo de la radioafición: Emisoras de chispa y Matías Balsera . . . . .	86
La telegrafía óptica . . . . .	30	La larga prohibición de la radioafición . . . . .	87
Aplicaciones civiles en España: José María Mathé . . . . .	31	1911 - Comunicación amateur entre Barcelona y Valencia . . . . .	89
Aplicaciones militares en España . . . . .	32	Los aficionados durante la primera Guerra mundial . . . . .	89
Bibliografía . . . . .	34	Los equipos de válvulas . . . . .	90
<b>LA EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN</b>			
<b>EL SERVICIO DE TELEGRAFÍA EN ESPAÑA</b>			
Introducción . . . . .	39	1921 - El gran sueño de los aficionados: cruzar el Atlántico en Onda Corta . . . . .	92
Necesidades de comunicación. . . . .	39	1922 - El Radio Club de España . . . . .	92
Telegrafía sin hilos . . . . .	41	1923 - Radio Ibérica, un comienzo amateur . . . . .	94
Los aparatos y equipos telegráficos . . . . .	42	1923 - La realización del sueño de los aficionados: la conquista del Atlántico . . . . .	95
Modalidades de explotación telegráfica . . . . .	44	1924 - Emisiones tipo «broadcasting» por estaciones amateurs . . . . .	97
Aspectos tecnológicos relevantes en la explotación del servicio . . . . .	46	1924 - Autorización de la radio y radioafición en España . . . . .	98
La influencia del telégrafo en la Sociedad . . . . .	47	Organización de los aficionados a la emisión . . . . .	98
La aportación española . . . . .	49	1925-1930: Los antípodas, FM, ondas ultracortas, estaciones móviles, antenas direccionales, estudios de la propagación... Jornadas de Onda Corta . . . . .	100
Los Telegrafistas . . . . .	49	Las «Conferencias de Madrid» en 1932 y la conflictividad social . . . . .	101
Bibliografía . . . . .	53	Nuevos avances técnicos: Telefotografía, televisión, estaciones portables . . . . .	102
<b>EL SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA EN ESPAÑA</b>			
La invención del teléfono . . . . .	56	Guerra Civil . . . . .	103
1877-1923: La concurrencia del servicio telefónico . . . . .	57	Vuelta a la actividad en la posguerra . . . . .	104
1877-1881: La llegada del teléfono a España . . . . .	57	Utilidad pública de los radioaficionados . . . . .	104
1882-1890: La implantación de las redes urbanas . . . . .	58	Nuevas experiencias técnicas: Estaciones móviles, banda lateral, altas frecuencias, satélites, rebote lunar, scatter meteórico, SSTV . . . . .	105
		El espectacular aumento de la radioafición y su actual decadencia . . . . .	106
		Bibliografía . . . . .	107

**EL SERVICIO MÓVIL MARÍTIMO EN ESPAÑA**

Los inicios de la radio ..... 109  
 Inventos y personajes ..... 109  
 La regulación internacional de la radio ..... 116  
 Las comunicaciones marítimas internacionales ..... 119  
 Los comienzos ..... 119  
 Convenios y organismos marítimos internacionales .. 121  
 El Convenio SOLAS ..... 121  
 La Organización Marítima Internacional (OMI) ... 122  
 El servicio móvil marítimo en España ..... 124  
 El monopolio de la telegrafía sin hilos ..... 125  
 La liberalización de las radiocomunicaciones ..... 127  
 La Compañía Telefónica Nacional de España ..... 132  
 Bibliografía ..... 135

**EL SERVICIO MÓVIL AERONÁUTICO EN ESPAÑA**

Los comienzos de la radio en la aviación ..... 137  
 Los comienzos en España ..... 140  
 La radio en la aviación después de la Segunda Guerra Mundial 141  
 La evolución en España desde 1939 hasta nuestros días 142  
 Las ayudas a la navegación aérea ..... 143  
 Los comienzos internacionales ..... 143  
 La OACI y los sistemas de radionavegación ..... 144  
 Las radioayudas en España después de la Segunda Guerra Mundial ..... 145  
 Bibliografía ..... 147

**EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN ESPAÑA**

Introducción ..... 149  
 Radiodifusión ..... 149  
 Antecedentes de la radiodifusión sonora ..... 150  
 Principios de la radiodifusión sonora ..... 150  
 Primeras experiencias en España ..... 151  
 Radio Barcelona ..... 153  
 Unión Radio ..... 154  
 Medios de producción ..... 154  
 Receptores ..... 155  
 La radio a partir de 1952 ..... 156  
 Nuevas tecnologías ..... 157  
 Internet ..... 160  
 Planificación internacional de frecuencias ..... 161  
 Bibliografía ..... 161

**EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN EN ESPAÑA**

Fundamentos de la televisión. .... 163  
 Televisión electrónica ..... 163  
 Distintas normas de televisión ..... 164  
 Primeras emisiones de televisión en España ..... 164  
 Problemas de recepción ..... 165  
 La televisión en Barcelona ..... 166  
 Televisión en color ..... 166  
 Producción de programas de televisión ..... 167  
 Fin del monopolio ..... 168  
 Los satélites ..... 168  
 Nuevas tecnologías ..... 169  
 Disposiciones legales ..... 171  
 Organismos internacionales ..... 172  
 Bibliografía ..... 173

**EL SERVICIO DE TRANSMISIÓN DE DATOS EN ESPAÑA**

Cuando se encuentran los ordenadores y las comunicaciones ..... 175  
 Ellos fueron los primeros ..... 176  
 La Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) ... 177  
 La División de (Tele)Informática ..... 178  
 Hacia el hardware y software de producción nacional 178  
 Primera fase de la RETD (1969-1973) ..... 178  
 Segunda fase (1973-1978) ..... 179  
 Tercera fase (de 1978 en adelante) ..... 179  
 Tiempo compartido y proceso a distancia ..... 180  
 Aplicaciones ..... 181  
 La reserva de plazas ..... 181  
 El hogar digital ..... 182  
 Automatización de oficinas ..... 183  
 Ferias y exposiciones ..... 183  
 Servicios ..... 184  
 Transmisión de Datos ..... 184  
 Servicios de Valor Añadido ..... 185  
 RDSI ..... 186  
 La alta velocidad llega a los hogares ..... 187  
 La competencia en los SVA ..... 187  
 Aspectos legales ..... 188  
 La liberalización de los Servicios de Valor Añadido .. 189  
 Mercado ..... 189  
 A qué llamamos transmisión de datos ..... 189  
 La facturación del sector de las telecomunicaciones . 190  
 Los protagonistas ..... 192  
 Las asociaciones ..... 193  
 Impactos económicos ..... 194  
 Impactos sociales ..... 195  
 Bibliografía ..... 195

**EL SERVICIO DE INTERNET EN ESPAÑA**

Introducción ..... 197  
 ¿Qué entendemos por Internet? ..... 198  
 Claves del éxito de Internet ..... 199  
 Impacto de la revolución de Internet ..... 202  
 Orígenes y evolución de la tecnología TCP/IP e Internet 204  
 El contexto europeo. .... 210  
 Antecedentes, orígenes y evolución histórica de Internet en España ..... 217  
 Colofón ..... 230  
 Bibliografía ..... 230

**EL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN ESPAÑA**

Contexto histórico-técnico ..... 234  
 La primera generación de telefonía móvil ..... 237  
 La segunda generación de telefonía móvil ..... 242  
 La tercera generación de telefonía móvil ..... 247  
 Nota final ..... 253  
 Bibliografía ..... 254

**EL SERVICIO DE RADIOASTRONOMÍA EN ESPAÑA**

Primeras observaciones astronómicas ..... 257  
 Las ondas de radio en el Universo ..... 258  
 Inicios de la Radioastronomía ..... 259  
 Ventajas de la Radioastronomía en el estudio del universo. 260  
 Aplicaciones ..... 260

La Radioastronomía en España .....	263
Cooperación internacional .....	263
Los datos y la Radioastronomía .....	267
Hitos históricos más recientes .....	269
Bibliografía .....	270

**GRANDES ORGANIZACIONES QUE PRESTAN SERVICIOS PÚBLICOS Y QUE GESTIONAN EN AUTOPRESTACIÓN SUS PROPIAS REDES DE TELECOMUNICACIÓN**

**LAS TELECOMUNICACIONES Y LA ADMINISTRACIÓN EN ESPAÑA**

Introducción al tema .....	275
Uso del telégrafo .....	277
La aparición de la telefonía .....	281
La radio .....	283
La red RICO .....	287
Epílogo .....	290
Bibliografía .....	291

**LAS TELECOMUNICACIONES Y LOS EJÉRCITOS EN ESPAÑA**

Las primeras comunicaciones en los ejércitos .....	293
El impulso de las guerras en las telecomunicaciones. La radiocomunicación .....	295
La primera guerra mundial 1914-1918 .....	297
La segunda guerra mundial 1939-1945 .....	298
La guerra electrónica .....	299
Bibliografía .....	301

**LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EN ESPAÑA**

Los inicios de la actividad eléctrica en el último cuarto del siglo XIX .....	303
Las comunicaciones en el primer cuarto del siglo XX .....	304
Las comunicaciones hasta mediados del siglo XX .....	305
Los despachos centrales de control de la energía. El desarrollo de las redes troncales de radioenlaces .....	306
Los despachos de distribución eléctrica. Las redes móviles .....	309
Las redes de fibra óptica .....	310
Redes de transmisión de datos .....	312
La consolidación del sector eléctrico .....	314
La liberalización de las telecomunicaciones .....	315
Power Line Communication-PLC .....	315
Investigación en las empresas eléctricas .....	317
Agradecimientos .....	317
Bibliografía .....	317

**LAS TELECOMUNICACIONES Y EL FERROCARRIL EN ESPAÑA**

Los inicios de las telecomunicaciones en los ferrocarriles. Segunda mitad el siglo XIX .....	321
Periodo de 1900 a 1960: La incorporación de nuevas tecnologías de telecomunicación .....	323
Comunicación relacionada con la seguridad .....	323
Comunicación relacionada con la explotación .....	324
Comunicación relacionada con la gestión .....	325
Comunicaciones especiales .....	327

Comunicación relacionada con los sistemas de mando y control .....	328
Periodo de 1960 a 1975: Plan de Modernización y Planes de Electrificación .....	328
Mejora de líneas .....	329
Teletipos .....	330
Comunicaciones en alta frecuencia .....	330
Puesto de mando y centrales telefónicas .....	330
Normalización, Formación y Mantenimiento .....	331
Periodo de 1975 a 1985: Las Innovaciones tecnológicas	331
Tren-Tierra .....	332
Centralitas telefónicas .....	333
Cables .....	333
Automatización de los teletipos. ....	333
Centro de Control de Telecomunicaciones .....	333
Transmisión de Datos .....	334
Telefacsimil (telecopiadoras) .....	335
Sistema de detección de anomalías en la circulación de trenes .....	335
Periodo 1985 a 2005: La alta velocidad y el «negocio» de las telecomunicaciones ferroviarias ..	336
La Alta Velocidad Española (AVE) .....	336
El «negocio» de las telecomunicaciones ferroviarias ..	337
Evolución de las Telecomunicaciones Fijas .....	338
Evolución de las Telecomunicaciones Móviles .....	339
Evolución futura de las Telecomunicaciones ferroviarias .....	340
Los Ingenieros de Telecomunicación en el Ferrocarril español (Renfe) .....	340
Bibliografía .....	340

**TELECOMUNICACIONES, POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO**

**TELECOMUNICACIONES, POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO HASTA 1877**

La situación internacional .....	347
La Conferencia Telegráfica Internacional de París en 1865 .....	349
Estadísticas de los países de la Unión Telegráfica Internacional en 1876 .....	350
La situación en España .....	352
Las tarifas .....	355
El caso de los Semáforos Marítimos .....	356
La iniciativa particular .....	357
Los cables submarinos .....	358
El Cable Submarino Transatlántico .....	362
Los cables en los territorios españoles del Caribe .....	363
Consecuencias de la expansión del telégrafo eléctrico ..	364
Los Tubos Neumáticos .....	365
El Stock Tiker .....	365
Las Agencias de Prensa .....	366
Bibliografía .....	366

**TELECOMUNICACIONES, POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO EN EL PERIODO 1877-1924**

Las telecomunicaciones en la España de 1877 a 1900 ..	369
La primera regulación: Explotación por empresas y particulares .....	370
La segunda regulación: Reacción conservadora y monopolio para el Estado .....	372



La regulación de 1886. Vuelta a la explotación por compañías privadas . . . . . 375

La regulación de Francisco Silvela. Triunfo de los principios conservadores y de la *praxis* liberal . . . . . 379

El sector de las telecomunicaciones a final del siglo XIX . . . . . 381

La primera década del siglo XX . . . . . 383

De 1910 hasta 1923 . . . . . 385

La concesión a la Compañía Telefónica Nacional de España . . . . . 388

Las telecomunicaciones durante la República . . . . . 389

Bibliografía . . . . . 390

**TELECOMUNICACIONES, POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO EN EL PERIODO 1924-1987**

Introducción . . . . . 393

El Control público de las telecomunicaciones . . . . . 394

    El telégrafo . . . . . 395

    El servicio telefónico . . . . . 395

    Radiodifusión: sonora y de televisión . . . . . 397

Economía y telecomunicaciones . . . . . 398

    Las telecomunicaciones como industria . . . . . 398

        El telégrafo . . . . . 398

        El servicio telefónico . . . . . 399

        Radiodifusión: sonora y de televisión . . . . . 402

    Las telecomunicaciones como agente económico . . . . . 402

Bibliografía . . . . . 403

**TELECOMUNICACIONES, POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO A PARTIR DE 1987**

Introducción . . . . . 407

En el final de los años 80 . . . . . 407

Los años noventa . . . . . 409

    Un nuevo cambio . . . . . 409

    No todo lo valioso tiene éxito . . . . . 410

El nuevo paradigma . . . . . 410

    ¿Qué hace cambiar? . . . . . 411

    Barreras de entrada que frenan la economía . . . . . 412

    El fenómeno de las «puntocom» . . . . . 413

    Empresas en la red . . . . . 414

La regulación de las telecomunicaciones . . . . . 414

Algunos datos . . . . . 416

La nueva revolución . . . . . 416

Futuro . . . . . 418

Bibliografía . . . . . 419

**BREVE CRONOLOGÍA DE LA TELECOMUNICACIÓN ESPAÑOLA**

**PINCELADAS DE TELECOMUNICACIÓN EN ESPAÑA**

1852-1854.- Antecedentes . . . . . 423

1855-1864.- Los años pioneros . . . . . 423

1865-1874.- El nacimiento de la *UTI*. Los años convulsos. El facsímil . . . . . 425

1875-1884.- El teleimpresor Hughes en España. La invención del teléfono La mujer en *Telégrafos* . . . . . 426

1885-1894.- La televisión. Las ondas hertzianas. El selector paso a paso. El cohesor. La huelga romántica de *Telégrafos* . . . . . 428

1895-1904.- La telegrafía sin hilos (la radio). El tubo de Braun. La Guerra con Estados Unidos. El diodo . . . . . 430

1905-1914.- La señal de socorro SOS. El triodo y el detector de galena. El Baudot en España. El mundo en guerra . . . . . 432

1915-1924. El receptor superheterodino. Huelgas en *Telégrafos*. La Ingeniería de Telecomunicación. El Giro. *La Compañía Telefónica Nacional de España*. La radiodifusión . . . . . 434

1925-1934.- El desarrollo de la telefonía. Los teleimpresores asíncronos. La televisión mecánica. Los telegramas por teléfono. Nace la UIT . . . . . 437

1935-1944: El radar. La televisión electrónica. La guerra civil española. La segunda guerra mundial. El diodo semiconductor . . . . . 441

1945-1954. La nacionalización y nuevo contrato con la *CTNE*. La telefonía móvil. El primer ordenador. El transistor. El servicio télex. La radio en FM. La televisión en color . . . . . 444

1955-1964. La *Escuela de Telecomunicación* de Conde Peñalver. *Televisión Española*. Las *Escuelas de Ingenieros y Peritos de Telecomunicación*. El primer satélite. El primer circuito integrado. El sistema SECAM. La conmutación de paquetes. El primer satélite estacionario. El sistema PAL. La *red géntex* . . . . . 447

1965-1974. La *Escuela de Ingenieros de Telecomunicación*. El satélite Intelsat I. El Día Mundial de las Telecomunicaciones. El segundo canal de TVE. La red ARPANET. El sistema operativo UNIX. TVE en color. El protocolo Ethernet. *CTNE* absorbe *ENTEL*. El primer microprocesador. La red de datos de *CTNE*. El protocolo TCP/IP . . . . . 450

1975-1984. El desarrollo del télex. El primer enlace con fibra óptica. El primer módem. El Servicio Público de Conmutación de Mensajes (SPCM). Las centrales electrónicas. El servicio .Burofax. El ordenador PC. La telefonía móvil en España. Torrespaña. El servicio télex marítimo. ARPANET adopta el protocolo TCP/IP (nace Internet). Las televisiones autonómicas . . . . . 453

1985-1994. La *Secretaría General de Comunicaciones*. El sistema operativo Windows. El teletexto. El Libro Verde de la CEE. La *red IRIS*. *Retevisión*. El protocolo http (www). *Hispasat*. La televisión privada. El sistema operativo Linux. La red digital de servicios integrados (RDSI). Los satélites españoles. El navegador Netscape . . . . . 457

1995-2004.- El arranque de la telefonía móvil: Movistar y Airtel. Windows 95. Office95. Internet Explorer. Infovia. Los ordenadores portátiles TFT. Outlook. Amena. Windows 98. El televisor de plasma. El televisor LCD. El retraso en los terminales UMTS. La tecnología LMDS (sin hilos). El satélite Amazonas . . . . . 463

Bibliografía . . . . . 473

**APÉNDICE DE PERSONAJES**

**APÉNDICE DE ORGANIZACIONES**

# DE LAS SEÑALES DE HUMO A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

150 AÑOS DE TELECOMUNICACIONES  
EN ESPAÑA

Obra indispensable para conocer desde una perspectiva global la evolución de las telecomunicaciones en España y su influencia en la sociedad durante el periodo 1855-2005, que partiendo de los primeros sistemas telegráficos culmina con Internet y los modernos servicios de comunicaciones móviles. En ella se recogen desde los personajes más destacados hasta las principales empresas, pasando por la regulación y los usos y costumbres asociados a las telecomunicaciones.

Desde su aparición, las telecomunicaciones han jugado un papel relevante en la sociedad, y su importancia se ha ido reforzando a medida que aparecían nuevos servicios y aplicaciones, que en ocasiones han llegado a provocar cambios sociales, económicos y culturales. Debido a este creciente protagonismo y a su masiva incorporación a la vida cotidiana, las telecomunicaciones se han convertido en uno de los ejes sobre el que se construye la Sociedad del Conocimiento.

El libro, que recoge estos aspectos, se divide en cuatro partes que incluyen más de 600 imágenes, acompañadas de textos explicativos a los que merece la pena prestar atención.

Los autores son expertos en telecomunicaciones y en historia que se han reunido en torno al Foro Histórico de las Telecomunicaciones, creado por el Colegio Oficial y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación en el año 2000, para recuperar la memoria en este ámbito tan desconocido como fascinante.

