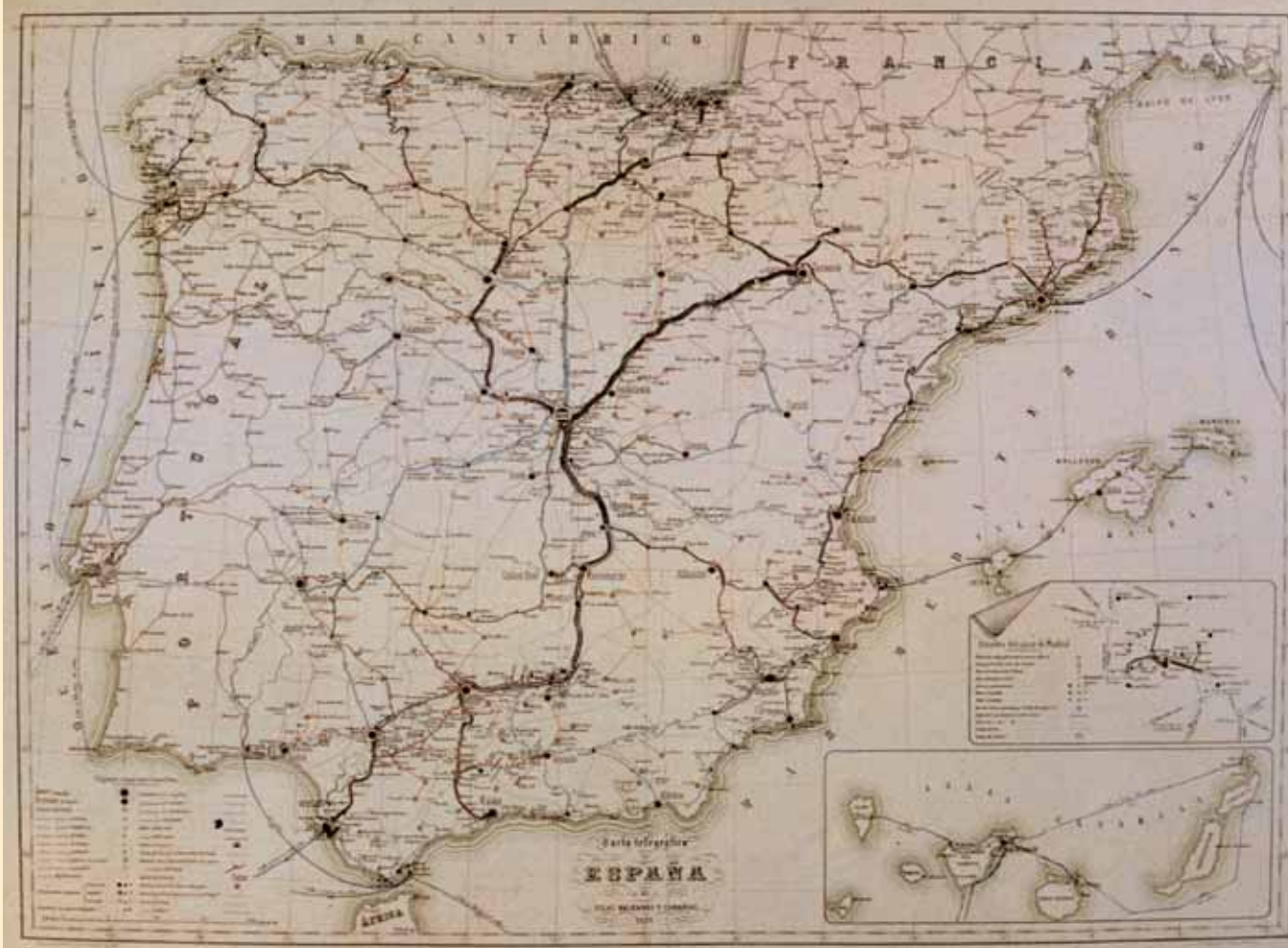




Mesa interurbana, también conocida como sala de tráfico o cuadro de operadoras. La incorporación de la «silla» a los puestos de trabajo fue una auténtica novedad, ya que, al principio tenían que trabajar de pie

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 Palmas¹, Cádiz y Barcelona, pero la radiotelegrafía había comenzado.

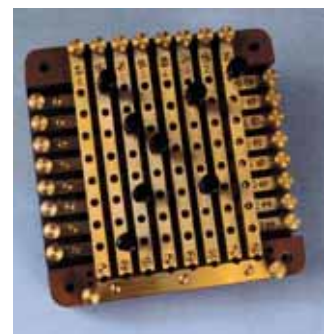
Los aparatos y equipos telegráficos

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 róbica



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

¹ 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 receptora², 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 discoloso 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.^a 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 1849¹, 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 costes² 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 XXI³ 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 1877⁴ 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».⁵

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 Telégrafos⁶ y diversas autoridades, estableciéndose la primera conferencia⁷ 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^{8 9}. 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 local¹⁰. Pocos días después, tiende una línea entre los Palacios Reales de Madrid y Aranjuez, con un circuito de dos hilos de hierro de 5 mm¹¹, 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»¹², 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 urbanas¹³

Hasta 1882 todas las instalaciones del teléfono son experimentos aislados o instalaciones particulares que unen los distintos aparatos directamente mediante un par de hilos¹⁴. 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 Gobernación¹⁵ 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*¹⁶». 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 Bonet¹⁷ 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 servicio¹⁸.

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 exigüos 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

¹⁷ 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).

¹⁸ 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 urbanas¹⁹ e interurbanas²⁰, 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»²¹.

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 1882²².

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 Estado²³.

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 telegráficas²⁴ 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 telefónico²⁵, 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 líneas²⁶.

Con el desarrollo del servicio se detectan fraudes en antiguos abonados que se quedan con el terminal telefónico²⁵, 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 líneas²⁶.



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 pesetas²⁷.

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 Noreste²⁸, 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 21.239²⁹ 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 Estelat³⁰ lo hace en la Compañía Telefónica Interurbana³¹.

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 Reglamento³² 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 enlace³³ 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 1903³⁴, 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 seis³⁵ 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 Peñafiel³⁶ 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 plazo³⁷ 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^{38 39}, por un plazo de 15 años, y la provincial de la Diputación de Guipúzcoa^{40 41}, 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 subasta⁴². 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 Reglamento⁴³, 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 público⁴⁴. 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 península⁴⁵, 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 Rodríguez⁴⁶, 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 automáticas⁴⁷, 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 pesetas⁴⁸ 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 1929⁴⁹.

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 Compañía⁵⁰ desde el primer momento, ya que, debido a la ausencia de personas con conocimientos en telecomunicación, las empresas del sector se nutren de telegrafistas⁵¹. 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 Telégrafos⁵².

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 Ceuta⁵³ 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 modulación⁵⁴ 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 canales⁵⁵.



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 CTNE⁵⁶, 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 rotatorios⁵⁷ AGF⁵⁸ de 500 líneas para dar cobertura a la ciudad y a las poblaciones cercanas. Ese mismo año, el rey Alfonso XIII inaugura en Santander⁵⁹, la primera central de la CTNE basada en sistemas rotatorios tipo Rotary 7A⁶⁰. 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 mensual⁶¹ en algunos distritos, unificando en ese cobro los servicios urbanos e interurbanos y suprimiendo los depósitos de los aparatos telefónicos⁶²*».

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 automáticos⁶³, 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 Compañía⁶⁴, 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 CTNE⁶⁵ 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 multiplexación⁶⁶, se van incorporando a las líneas y a los enlaces de microondas de la red telefónica española permitiendo varias conversaciones simultáneas^{67 68} 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.

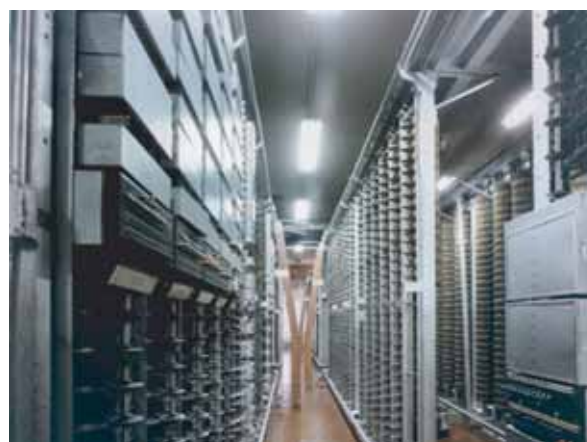
67 Entre Madrid y Barcelona se instala un sistema de doce canales en 1946; dos de tres canales entre Madrid-Valencia y otros dos de tres canales entre Madrid y Tolosa, prolongados hasta San Sebastián por el cable existente. Posteriormente se suman otras muchas ciudades a esta iniciativa.

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 transistor⁶⁹. 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 canales⁷⁰, 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 7D⁷¹, 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, 8B⁷² y Pentaconta 500⁷³ y la primera red interurbana automática se instala entre Madrid, Zaragoza y Barcelona⁷⁴ en 1960. A partir de esta fecha, las comunicaciones interurbanas entre Madrid y Barcelona se computan directamente en los contadores de los abonados⁷⁵.

Todos estos cambios en las centrales suponen un gran avance. Pero son las centrales instaladas del sistema PC-1000⁷⁶ 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-32⁷⁷.

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 INTELSAT⁷⁸, 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»⁷⁹, en 1964, lo que supone una significativa privatización parcial de la empresa, quedando todavía el 31,51 por 100 del capital en manos del Estado⁸⁰.

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)⁸¹, 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 teléfonos⁸². 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 semielectrónico⁸³, como la Pentaconta 2000⁸⁴, que se instala en Madrid. Un año más tarde entra en funcionamiento la central Metaconta 11A⁸⁵ 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, AXE10⁸⁶, en Atocha (Madrid). También se realizan pruebas con el sistema 1240⁸⁷ 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-32⁸⁸ 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 1978⁸⁹, 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 Decreto⁹⁰ 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 1984⁹¹ 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 CTNE⁹². 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^{93 94} 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 Telefónica⁹⁵ 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^{96 97}, 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 liberalizado⁹⁸.

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 100⁹⁹ 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 competencia¹⁰⁰, 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.

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

100 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 país¹⁰¹, 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 Telecomunicaciones¹⁰² 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 mercado¹⁰³.

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

¹⁰¹ Un total de 43.

¹⁰² Posteriormente pasará a denominarse Uni2.

¹⁰³ 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 servicios¹⁰⁴ 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)¹⁰⁵, 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

¹⁰⁴ 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.

¹⁰⁵ 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 Generales¹⁰⁶, 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 universal¹⁰⁷, 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 Numeración¹⁰⁸ (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 Fomento¹⁰⁹, 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 operativa¹¹⁰.

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 Orden¹¹¹ las condiciones para la provisión del acceso indirecto al bucle de abonado con objeto de permitir el acceso a Internet mediante ADSL¹¹², 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 Decreto¹¹³ 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 Tecnología¹¹⁴ a través de una Resolución¹¹⁵, 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: LMDS¹¹⁶, 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 tramo¹¹⁷ 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 2003¹¹⁸ se adopta la nueva Ley General de Telecomunicaciones, de 2003, que regula la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas¹¹⁹ 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 Universal¹²⁰ y el Reglamento de mercados, acceso y numeración¹²¹.

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 fijo¹²². 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 nómadas¹²³, 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

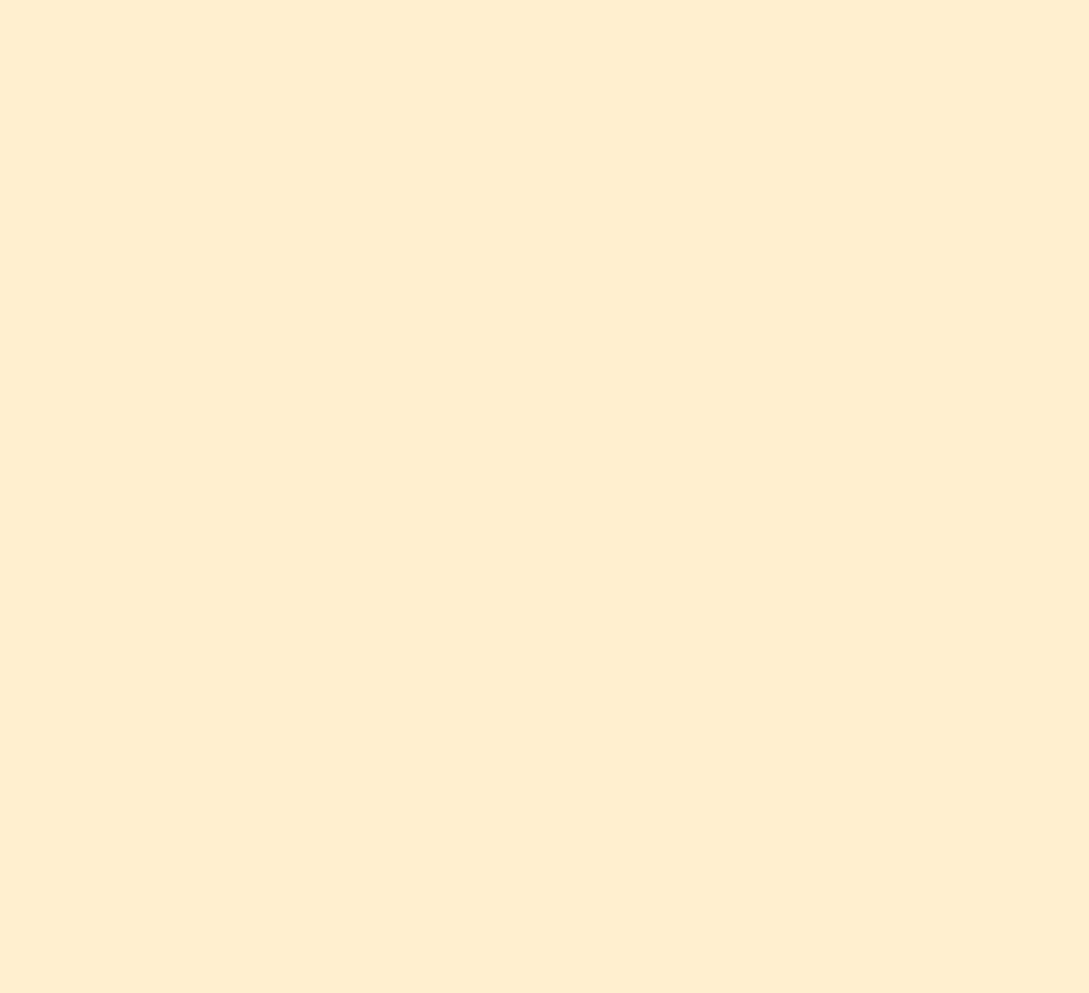
Por otro lado, el enorme crecimiento de la telefonía móvil ha venido produciendo un efecto sustitución desde 1995, afectando igualmente al uso de los teléfonos públicos de servicio y cabinas.

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.

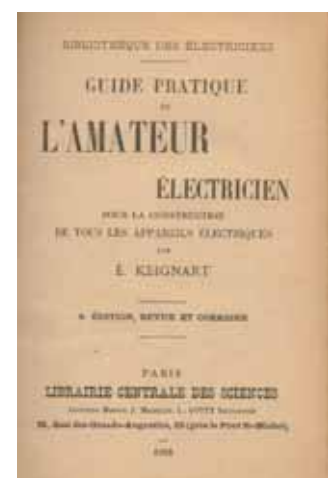
Todos los equipos de radio de los primeros tiempos fueron bastante rudimentarios, pues, tanto los transmisores comerciales como los de los *sinhilistas*, utilizaron alguna forma de estallador a chispa para generar la radiofrecuencia a ritmo de corriente alterna, y hacer que tales ondas de radio fuesen 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 alambreado 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.

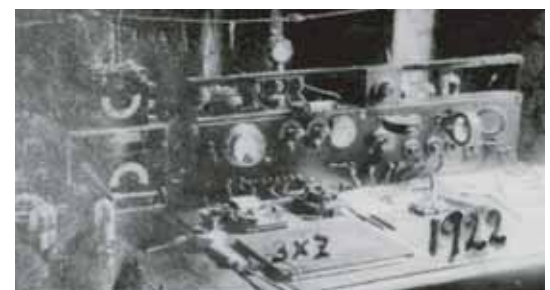
El RCE fue realmente quien luchó con mayor fuerza y dureza para el establecimiento de la radio en España y, con la finalidad de lograrlo, mantuvo una activa campaña en defensa de los aficionados. El lugar de reunión habitual en Madrid de los *radiohurgas* de entonces fue el establecimiento de la *Viuda 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 obli-



gase 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 bilbaino 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.

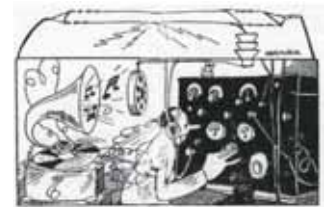
Así, en aquellas semanas en las que la fiebre de la radio invadió a la sociedad española llegando a alcanzar el grado de *enfermedad nacional*, conocida con el nombre de *radiomanía*, la *Gaceta de Madrid* publicó el domingo día 15 la Real Orden, de 14 de junio de 1924, sobre régimen de estaciones radioeléctricas 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 Córdova, 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 Irite 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 Córdoba 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

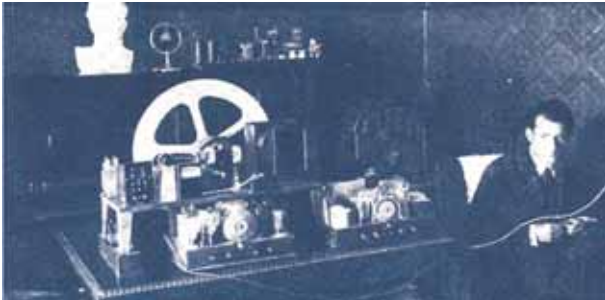
Desde los comienzos de la Asociación EAR ésta siguió las únicas directrices promovidas por su presidente-fundador Miguel Moya, EAR-1

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.

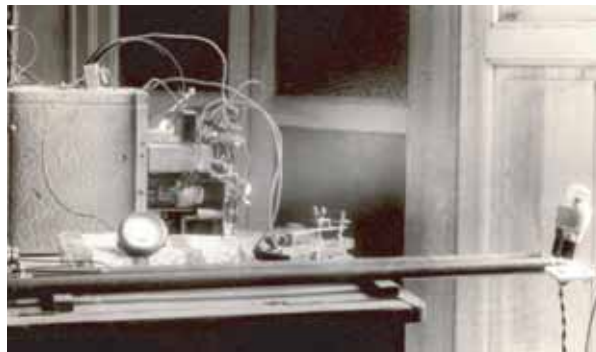
Una vez finalizada la Guerra Civil, desde la Unión de Radioemisores Españoles se hicieron nuevas gestiones oficiales con algunos dirigentes de viejas agrupaciones para ver restablecida la radioafición, pero ello no se logró porque dio comienzo la guerra mundial y, en consecuencia, los aficionados de 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»¹.

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.

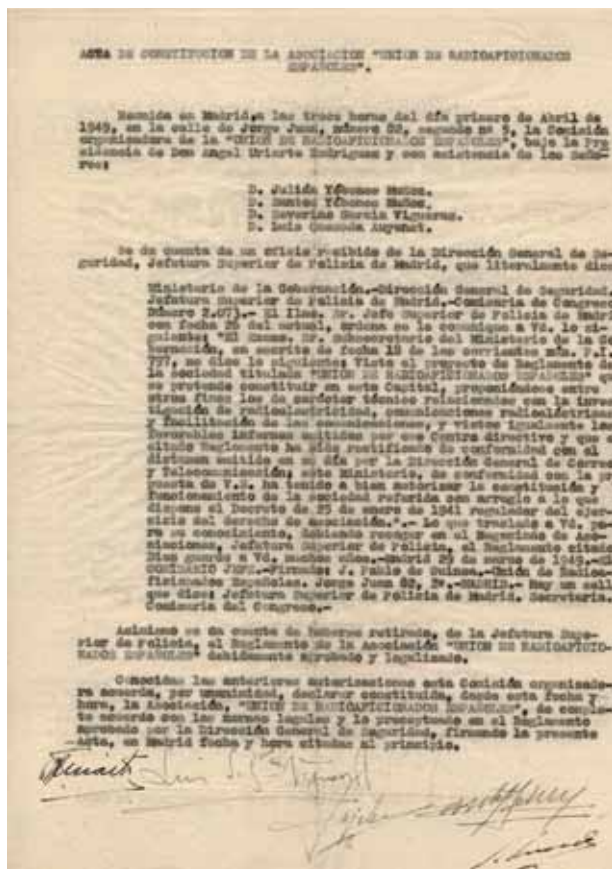
Además del «Servicio de socorro» que brindaron algunos aficionados en las primeras semanas de guerra y la incautación de ciertas estaciones amateurs, con y sin sus operadores, hay también constancia de acciones de espionaje en el «éter» con esta estación que emplearon «Los tres Mosqueteros»



¹ 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 *musiqueros* 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.^a

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 afecto.

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.¹

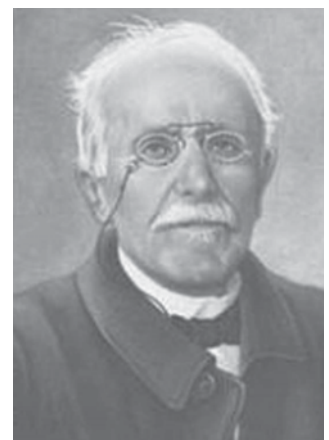
Marconi estuvo en España en septiembre de 1902. Por estas fechas realizaba una travesía a bordo del crucero *Carlo Alberto*, puesto a su disposición por el rey de Italia, con objeto de efectuar pruebas radioeléctricas y convencer así a los escépticos sobre su experiencia transatlánti-

(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



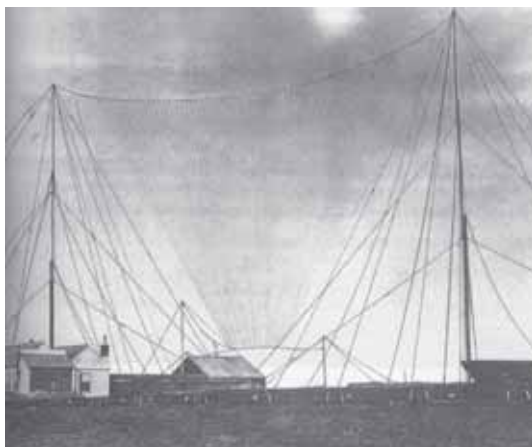
Aleksandro Stepanovich Popov utilizó el cohesor de Branly para medir la actividad eléctrica de las tormentas con ayuda de un hilo desplegado hacia arriba, por lo que se considera el inventor de la antena



Eugène Édouard Désiré Branly inventó en 1890 el cohesor, aparato capaz de registrar la presencia de un campo electromagnético

¹ 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.

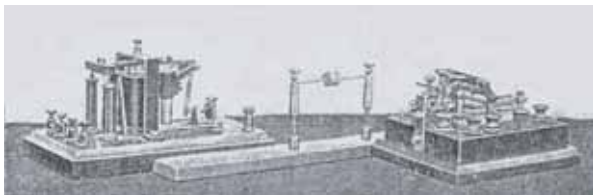
La Administración española, a través de Telégrafos, comenzó pronto a interesarse por la radiotelegrafía al ver la posibilidad de enlazar la Península con los archipiélagos, las plazas del norte de África y las colonias sin necesidad de cables submarinos. A raíz de este interés, en marzo de 1902 se creó 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 Cervera², 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.

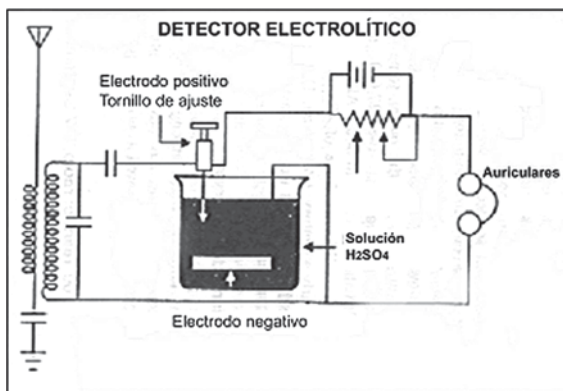
El sistema ideado por Fessenden se basaba en la transmisión de ondas continuadas en lugar de simples impulsos. Para ello había encargado al ingeniero eléctrico sueco-americano Ernst Frederick Werner Alexanderson (1878-1975), quien trabajaba para la General Electric y posteriormente fue nombrado ingeniero 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.



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



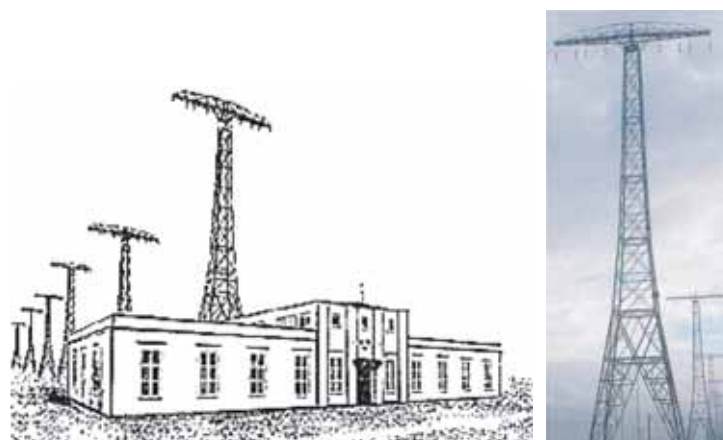
Julio Cervera y Baviera, comandante del Ejército de Tierra, fue el precursor de la radio en España, tal y como recoge Sánchez Miñana en 2004



(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



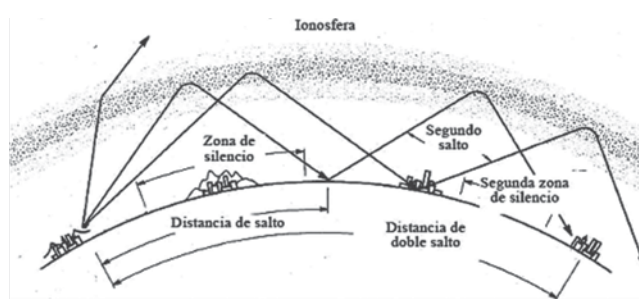
Posteriormente se pudo comprobar que las propiedades de propagación de las ondas de radio varían considerablemente con la frecuencia utilizada. Se verificó que en una misma señal emitida pueden distinguirse tres tipos de onda presentes en proporciones distintas dependiendo de la frecuencia: onda directa, 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.

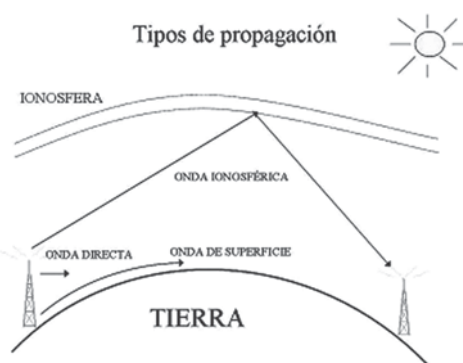
Mediante la propagación por reflexión ionosférica es posible conseguir grandes alcances debido a que las capas altas de la atmósfera, que están ionizadas como consecuencia de la fuerte radiación solar; actúan a modo de espejo

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

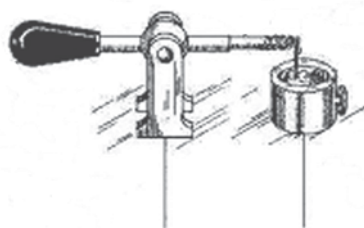


Bandas de frecuencia

		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.

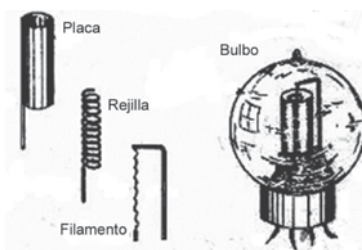
En los Estados Unidos, a diferencia de lo ocurrido en Europa, a partir de la primera transmisión transatlántica comenzó a desarrollarse vertiginosamente la autoconstrucción de aparatos de telegrafía sin hilos. De esta forma, empezaron a utilizarse los detectores de cristal de galena en sustitución del 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.

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.

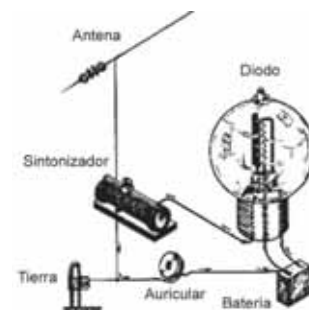
En 1906, el americano Lee de Forest (1837-1961) introdujo un tercer electrodo al diodo de Fleming con el objeto de poder controlar el paso de la corriente entre el filamento y el ánodo mediante una pequeña tensión. Con este invento llamado triodo o *audión*, que así fue bautizado por de Forest, se pudieron 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.

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-



John Ambrose Fleming, que trabajaba para Marconi, inventó en 1904 la primera válvula de vacío: el diodo



Esquema de un pequeño receptor de radio que utilizaba el diodo de Fleming funcionando como detector



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

(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 costera³ 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.^a) de escucha permanente, 2.^a) de servicio limitado, las cuales debían permanecer a la escucha durante los diez primeros minutos de cada hora, y 3.^a) 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 MHz⁴. 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.

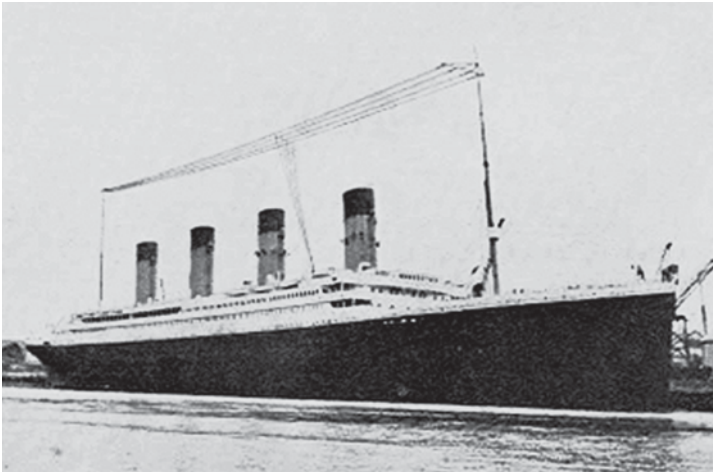
El servicio móvil marítimo exige la gestión internacional del espectro de frecuencias, siendo el Departamento de Servicios Terrenales (TSD) del *UIT-R* quien asume las funciones técnicas y de reglamentación, y tramita las notificaciones de asignación de frecuencias. La seguridad y el salvamento marítimo 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 faro⁵ *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 NAVTEX⁶) 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 cabotaje⁷ 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 (INMARSAT⁸), 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 HF⁹. Los mensajes de socorro también pueden incluir la situación del buque si éste dispone de un equipo para la determinación de la posición.

⁷ Tráfico marítimo a lo largo de la costa.

⁸ 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.

⁹ 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.

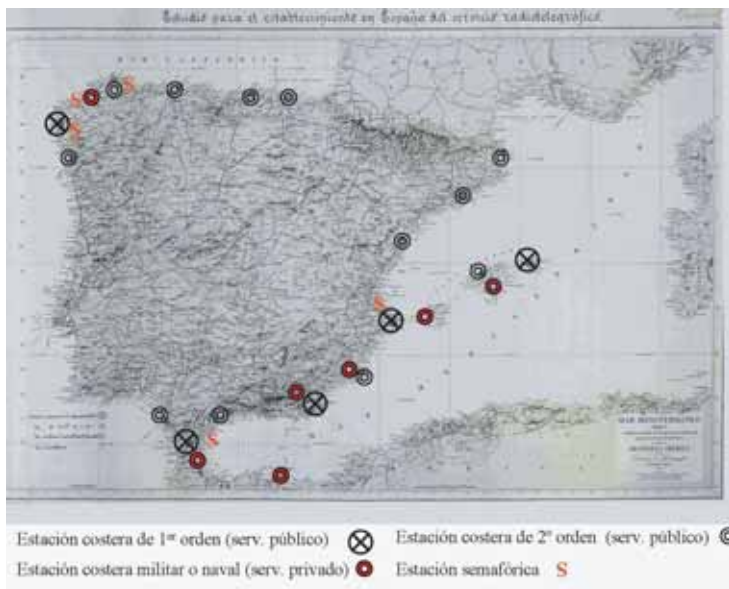
El servicio móvil marítimo en España

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.

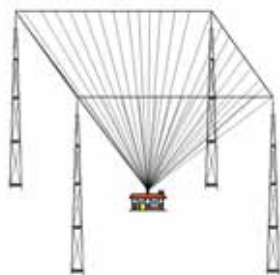
Parte de las conclusiones de la Comisión Mixta quedaron reflejadas en el mapa de la figura, en el que se aprecian anotaciones manuscritas con diversos comentarios. Para facilitar su lectura se han superpuesto algunos símbolos aclaratorios.

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



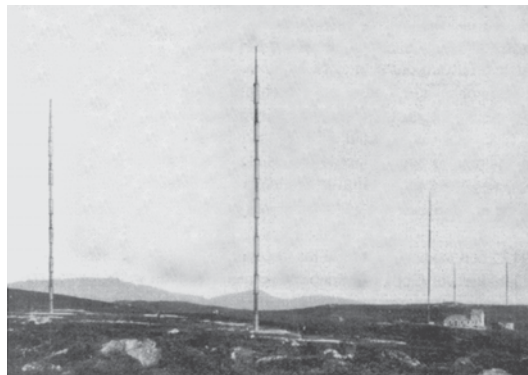
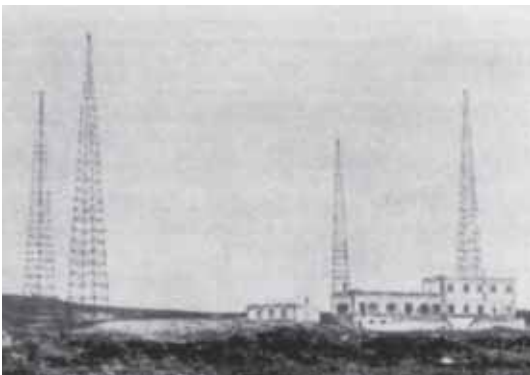
Aspecto de las costeras de Cádiz, Tenerife y Las Palmas (de 1ª clase). Estas estaciones provenían de la Compañía Concesionaria del Servicio Público Español de Telegrafía sin Hilos y se caracterizaban por unas enormes antenas en forma de pirámide invertida soportadas por 4 mástiles de 75 metros de altura

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

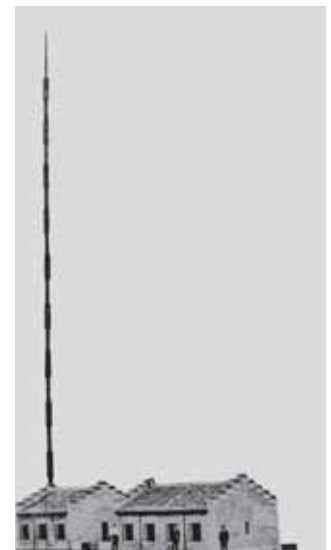
el adjudicatario cediese inmediatamente sus derechos a una empresa que estaba en proceso de creación en el momento de la subasta, y que la transmisión estuviese autorizada de antemano por Gobernación en la misma Orden de 20 de mayo. El nuevo entrante era la Compañía Concesionaria del Servicio Público 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.

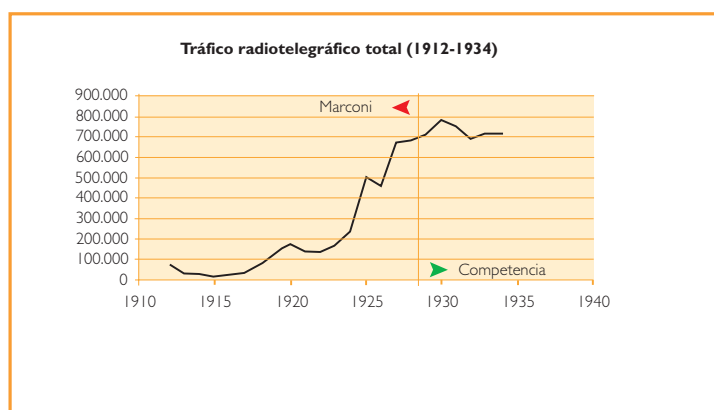
Las estaciones «heredadas» de la Concesionaria se caracterizaban por unas grandes antenas en forma de pirámide invertida soportadas por cuatro mástiles de 75 metros de altura. Por el contrario, las antenas de las costeras de mayor potencia fabricadas por Marconi (como las de Aranjuez, Vigo y Barcelona) 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

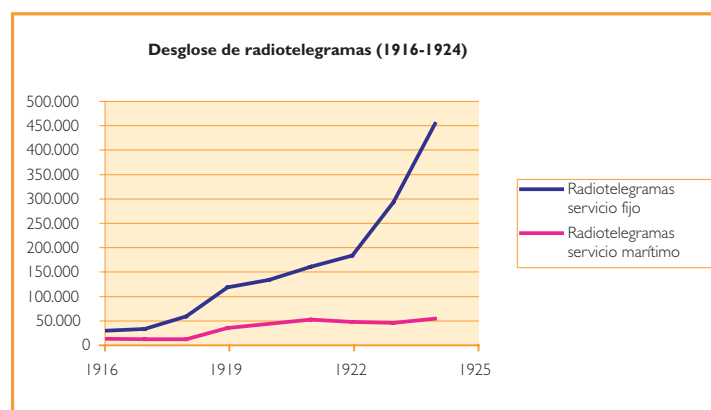


Costera de Finisterre (2ª clase), instalada por la Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos, empresa participada por Marconi



(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 costero¹⁰ como

¹⁰ 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*¹¹ 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 más 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 más 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)¹² 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.

¹² 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



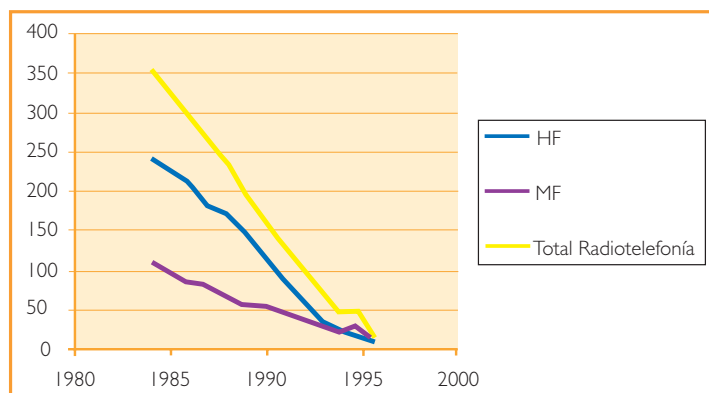
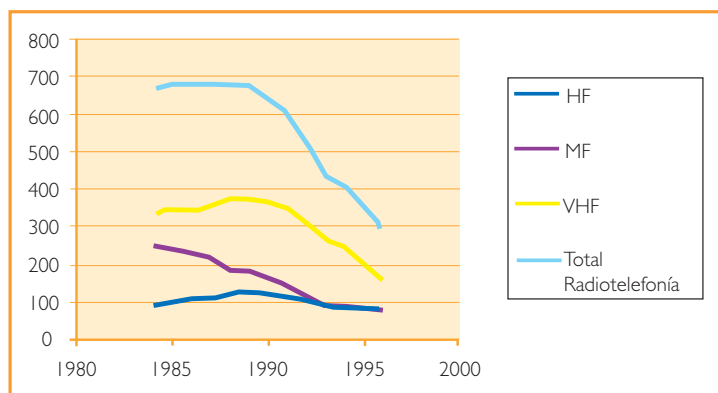
Además, Telefónica desarrolló una nueva red de costeras de Onda Media. Ambas redes pasaron a ser operadas desde el centro de comunicaciones marítimas conocido con el nombre de Diana, por llamarse así la calle de Madrid donde está ubicado. Entre los años 1985 y 1986 también se transfirió a Diana la operativa 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 km² 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

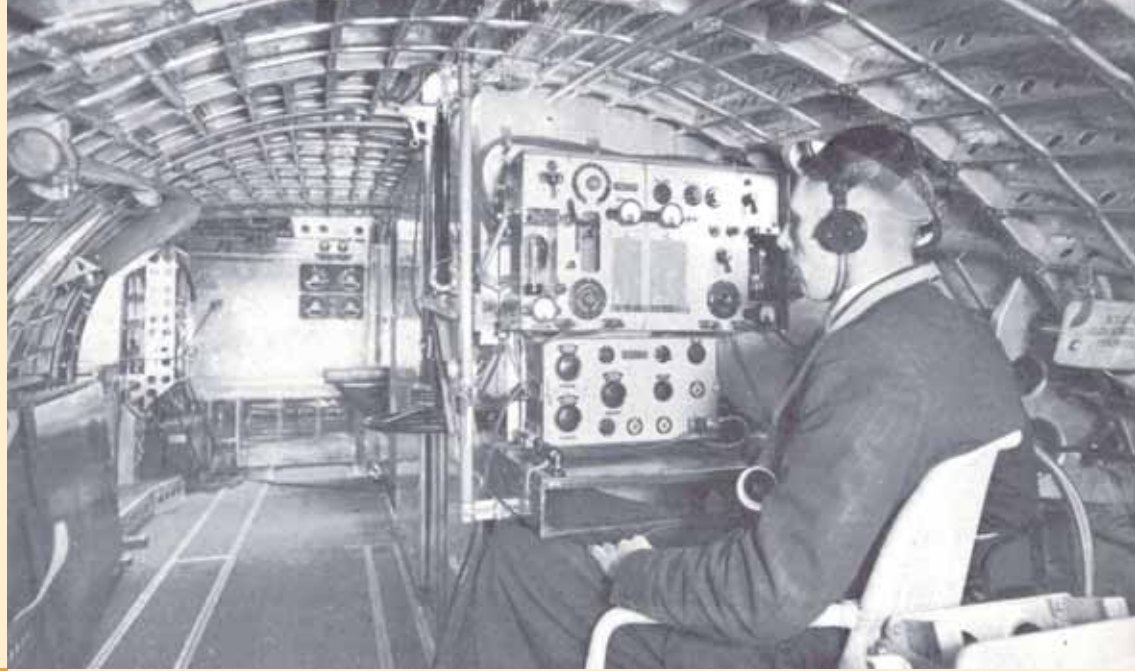
Bahamonde Magro, Ángel, Martínez Lorente, Gaspar y Otero Carvajal Luis Enrique (2002). *Las Telecomunicaciones en España: Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

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 cautivos¹ 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-

¹ 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. Maddox².

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, radiogoniómetros³ 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 radioeléctricas⁴. 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. *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 sonoras⁵, 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 radiolocalización⁶ y radiodeterminación⁷. 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 aviones⁸ 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 teleimpresores⁹ 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 chispa¹⁰.

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 Civil¹¹ que continúa publicando el *boletín* hasta 1936¹². 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*¹³ 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 vatios¹⁴.

En el Atlas de Aeródromos Españoles de 1934 aparecen muy pocos aeródromos con instalación radiotelegráfica: en la estación militar de Axdir en Alhucemas¹⁵; 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

¹¹ Que actualmente depende del Ministerio de Fomento.

¹² Luis Utrilla en *Atlas de Aeródromos. España* (s.f.) Ed. facsímil. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) 1996.

¹³ 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.

¹⁴ Revista *Aérea*. N.º 84: julio 1930, pág. 24.

¹⁵ 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 radiobalizas¹⁶, 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 fría¹⁷. 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 radionavegación¹⁸.



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

¹⁶ 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).

¹⁷ 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.

¹⁸ 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

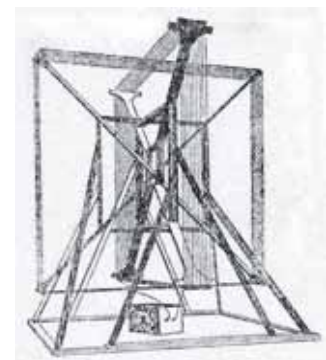
En España en 1942, se crea la Dirección General de Protección de Vuelo, bajo la jurisdicción militar del recién creado Ejército del Aire (octubre de 1939), que engloba todas las telecomunicaciones aeronáuticas y las ayudas a la navegación aérea, visuales y radioeléctricas, así como los servicios meteorológicos. 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 Jarama¹⁹.

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 SSR²⁰, 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

¹⁹ Jorge Ontiveros. *Descubrir el control aéreo*. AENA. 2003.

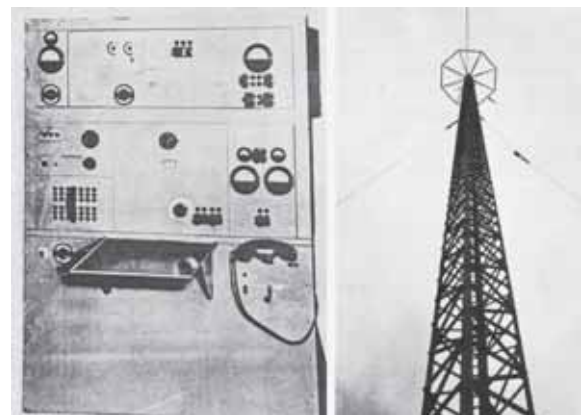
²⁰ Secondary Surveillance Radar.

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 Radiotelemétrico²¹ 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 60²². 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 recepción²³. 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 especial²⁴. 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.²⁵, 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 NDB²⁶ 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 inercial²⁷ (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,

²⁶ Radiofaros no direccionales.

²⁷ 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 Paracuellos²⁸. 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.

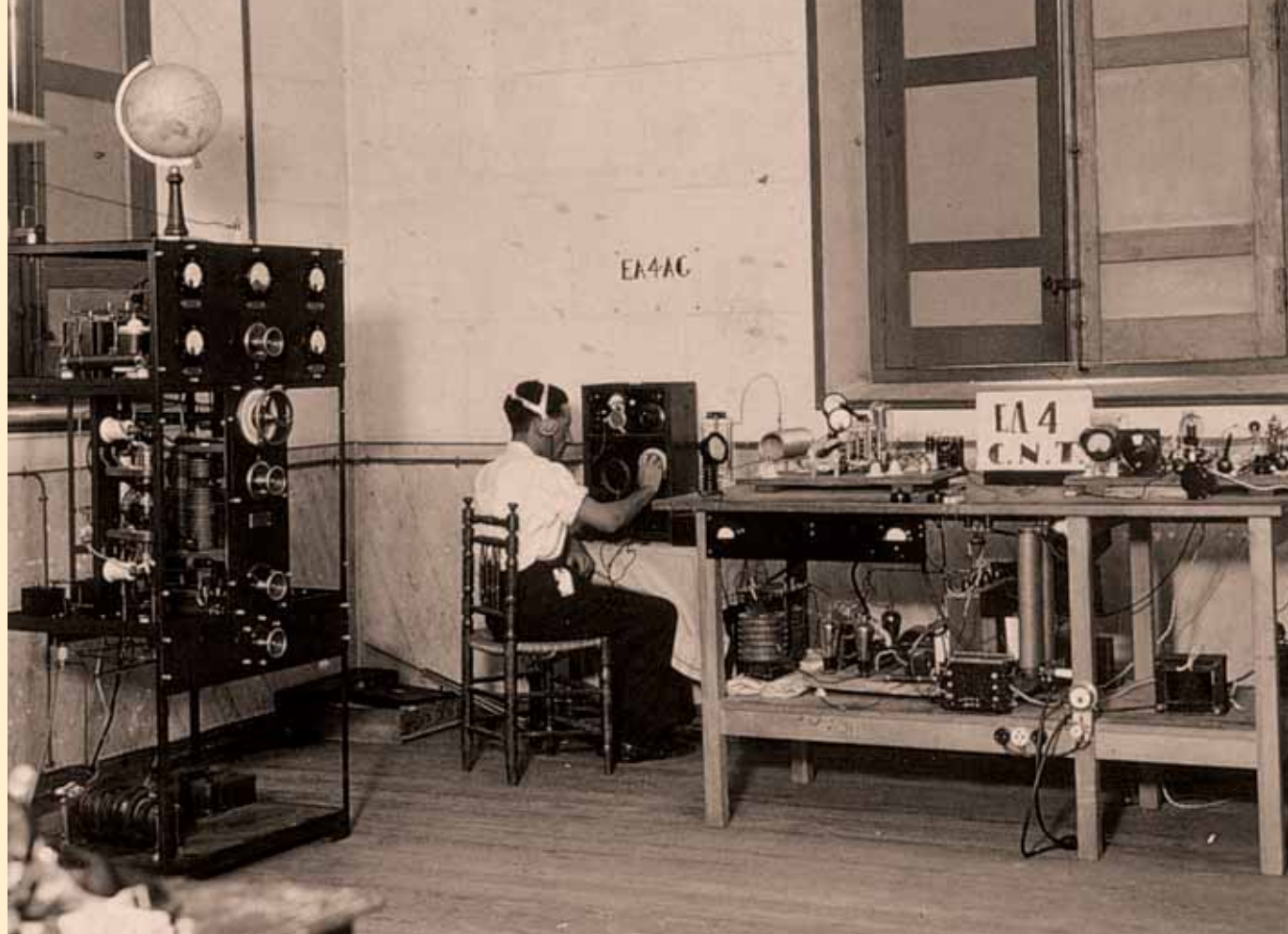
En la actualidad las telecomunicaciones aeronáuticas se rigen básicamente, como se ha dicho, por el Anexo 10 del Convenio de la OACI (en forma de recomendaciones), aplicándose el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT para el servicio radiotelefónico y la atribución de bandas de frecuencias, que 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 inmediateamente 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 inmediateamente, al público en general o bien a un sector del mismo con fines políticos, religiosos, culturales, educativos, artísticos, informativos, de mero recreo y publicitarios».

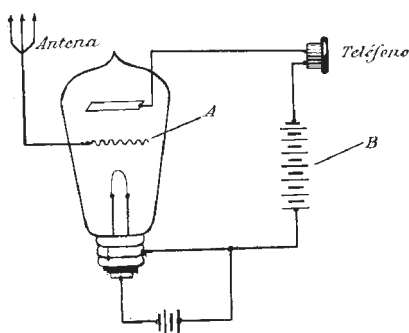
En este último caso, que es el más antiguo, no se habla de sonidos sino de emisiones radioeléctricas como en la definición de UIT. El apócope o prefijo *radio* se interpreta aquí correctamente como radioeléctrico o sea el medio para difundir las señales de cualquier clase.

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 Balseira empezó a trabajar en este tema, inventando un telégrafo portátil sin pilas en 1910 para usos militares. Pero Balseira 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 Balseira 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 Balseira 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.

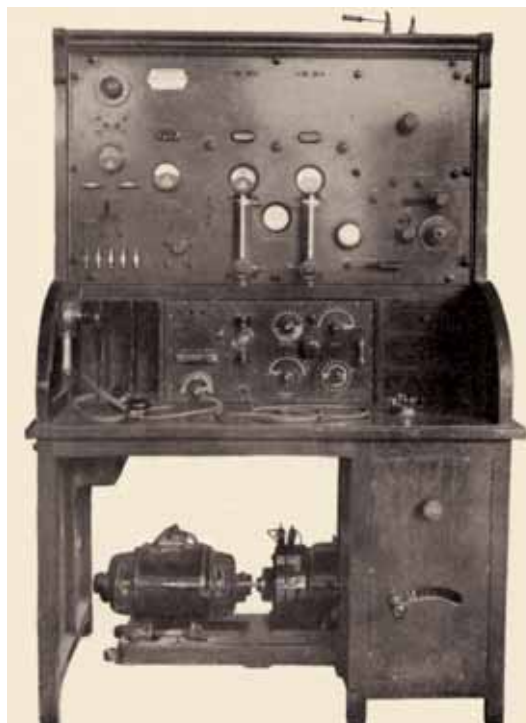
La Compañía Ibérica, afectada por dificultades financieras debidas a la fuerte competencia de los equipos de importación, terminó fundiéndose con la Sociedad de Radiotelefonía Española para formar una nueva entidad denominada Radio Ibérica S.A. con la ayuda de un grupo financiero.

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*¹. 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



¹ 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 RDS² 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 NI 500 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 múltiplex 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 etérea, 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 RSN 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

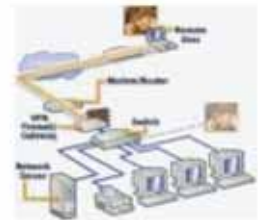
El interés por la transmisión de datos arranca en Europa, y por consiguiente en España, con la convocatoria de la Comisión Especial A del CCITT, recién creada para estudiar el tema, y a la que acuden representantes de nuestro país. Este encuentro tiene lugar en octubre de 1961.

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 ± 80 V; se decidió bajar a ± 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.

Sistema TESSYS 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 TESSYS

A diferencia de lo sucedido nueve años antes, se decidió bautizar adecuadamente al recién nacido, que salió al mundo con el nombre de TESSYS 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 TESSYS 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 TESSYS 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 TESSYS 1; en 1982 se puso en funcionamiento el prototipo de TESSYS 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

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):

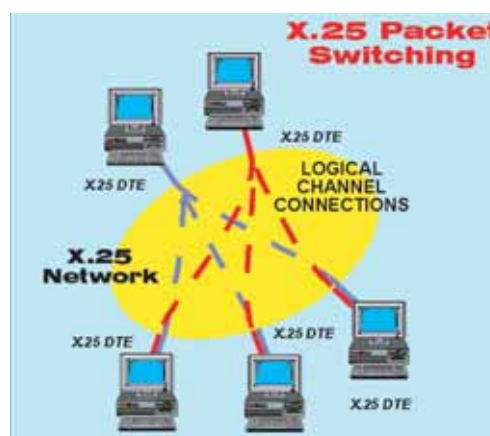
Incluye accesos X.25 con diferentes velocidades típicas (2.400 bps, 4.800 bps, 9.600 bps, etc.), si bien en los accesos de los Centros de Proceso de Datos (CPD) se pueden contratar accesos de 64 Kbps y 2 Mbps. Además del acceso X.25 nativo, la red soporta otros protocolos de acceso (X.28, X.32, HDLC-MNR 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



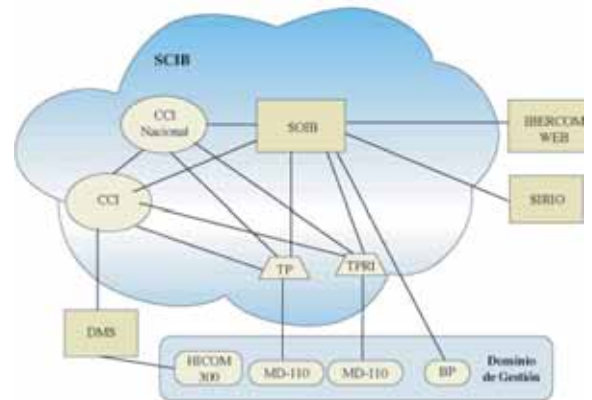
Red de paquetes X.25. Primer protocolo internacional para redes de conmutación de paquetes, que también se implantaría en la red IBERPAC hacia mitad de los años ochenta. Desarrollado en una época en que las redes de transmisión ofrecían unas prestaciones poco brillantes, se la dotaría de gran cantidad 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.

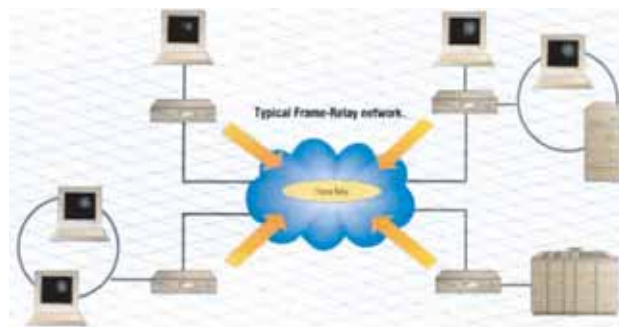
Ibercom-Datos (1991):

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.**

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.



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)

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	2,5%	1,7%	2,1%	2,3%	2,8%	2,4%	2,3%	2,1%
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
Total	743,04	779,02	792,01

Ingresos por líneas dedicadas de datos (Datos en millones de euros)			
Líneas dedicadas a datos	2002	2003	2004
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
Total	691,53	737,65	758,60

Número de clientes por líneas dedicadas de datos			
Líneas dedicadas a datos	2002	2003	2004
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
Total	18.800	16.487	14.155

Ingresos y cuotas de mercado por servicios de transmisión de datos		
Empresa	Millones de euros	% sobre el total
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
Total	792,01	100,0

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 mueve, 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

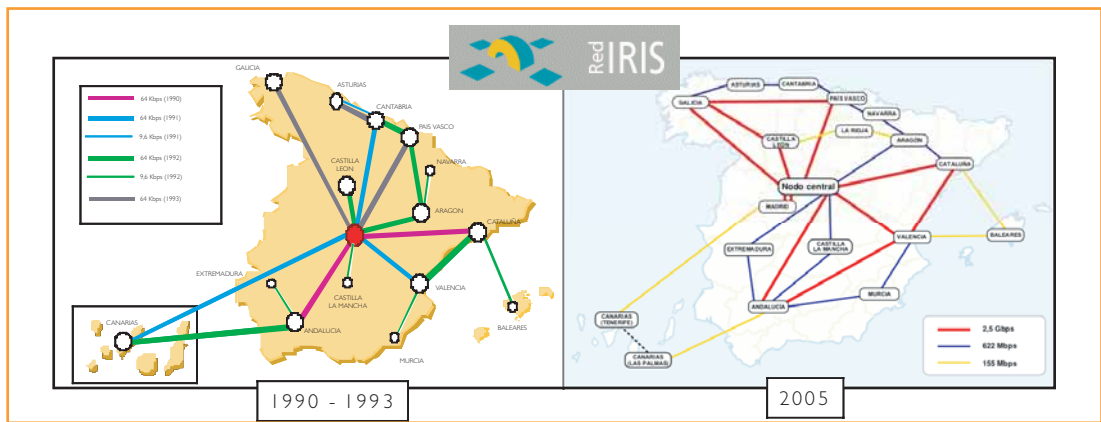
Introducción

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 España¹, 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

¹ 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 social².

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.

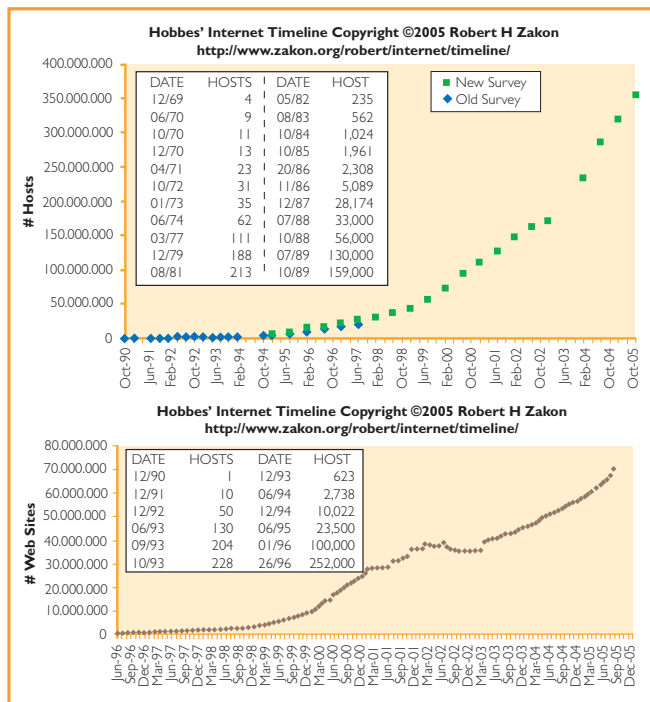
Claves del éxito de Internet

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 plantearse 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.

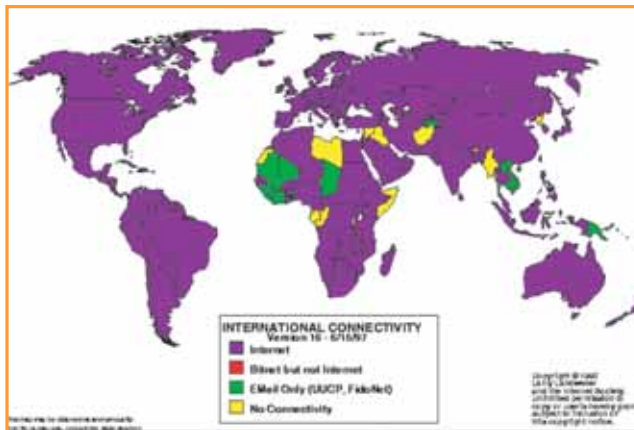


ma sencilla una infraestructura operativa, global y compleja), sociales (acierto para conseguir crear una amplia comunidad de internautas trabajando juntos y con verdadero entusiasmo para crear y hacer evolucionar la tecnología desde el principio hasta nuestros días, dentro de un marco cooperativo ejemplar 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 (IETF³, ISOC⁴, W3C⁵, 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 DNS⁶ 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.)⁷, 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 asociado⁸. 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.

⁸ 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.

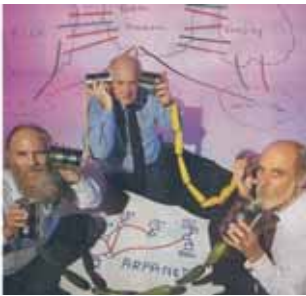
Orígenes y evolución de la tecnología TCP/IP e Internet

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 paquetes⁹.

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-

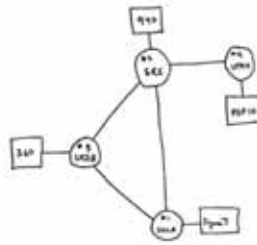
⁹ Los primeros estudios sobre redes de conmutación de paquetes fueron llevados a cabo, entre 1961 y 1968, por tres grupos de investigación diferentes que trabajaron en el tema, en paralelo y de forma independiente: J.C.R. Licklider en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), Paul Baran y otros 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)

miten la comunicación entre los distintos ordenadores conectados, conocidos en su conjunto como familia de protocolos TCP/IP¹⁰. 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 decisivo¹¹.



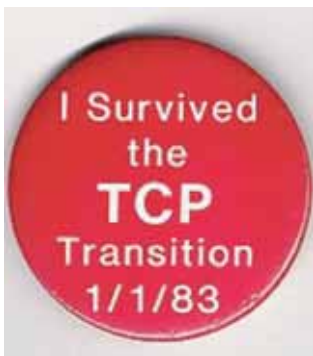
24 Oct 69	2100	LEARNED CP. PROGRAM	CSK
		FOR ESN BARBER	
		BY	
22 '70		Talked to SRF	CSK
		Host to Host	
		Let's see program	CSK
		running after sending	
		a host load message	
		to imp	

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)¹². 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 Internet¹³.

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



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

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 convirtiéndose 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 intermedias¹⁴, creando una estructura jerárquica de tres niveles: red troncal, red regional, organización usuaria.

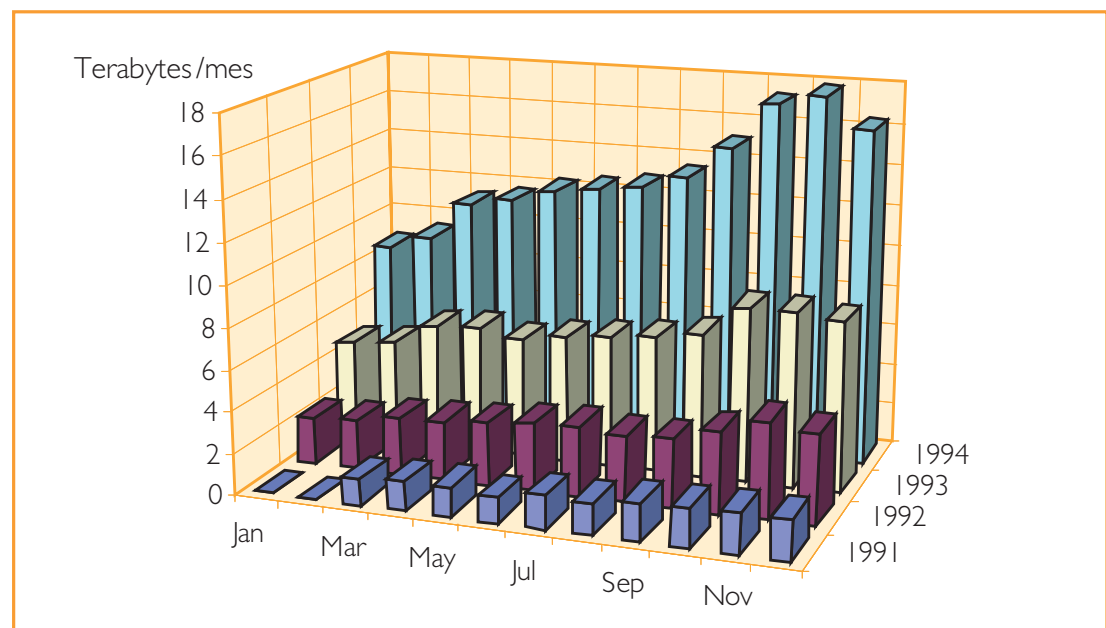
La NSFNET fue durante cerca de diez años la pieza más importante dentro del complejo entramado de redes que es Internet. Debido al gran número de las organizaciones que conectaba y los elevados anchos de banda de que disponía, la mayoría de redes TCP/IP que iban apareciendo por todo el mundo estaban sumamente interesadas en obtener la aprobación de la National Science Foundation para conectarse a ella¹⁵. 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 comercial¹⁶ 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 financiera¹⁷ 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*¹⁸ 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.

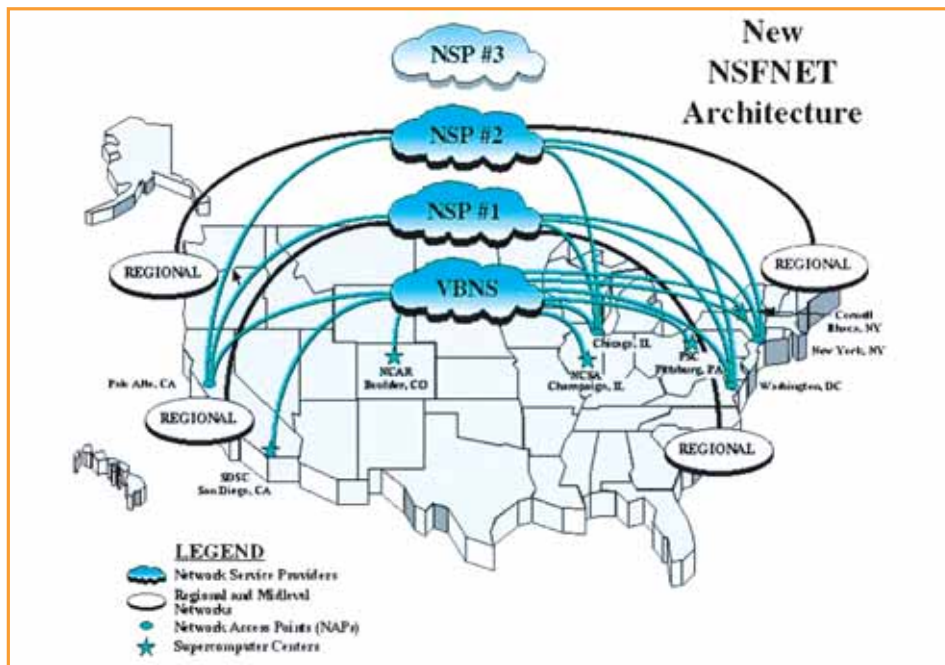
La arquitectura que se diseñó entonces y cuya filosofía se mantiene vigente en nuestros días, es la que aparece representada en la figura siguiente¹⁹.

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)

¹⁸ Backbone es la parte central de la red de transporte y conmutación, también denominada como «core».

¹⁹ 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.

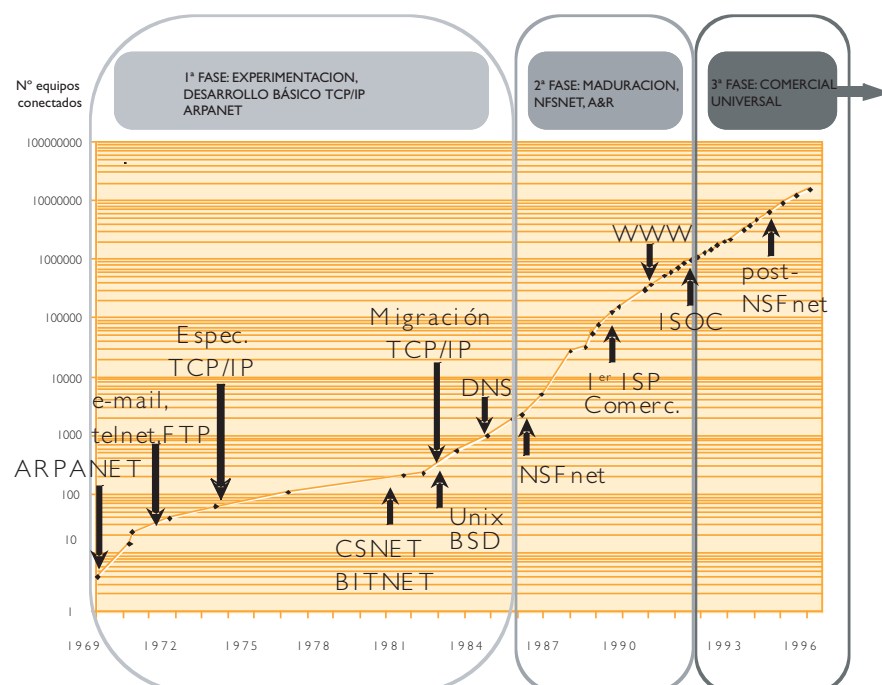
Algunas de estas aplicaciones han jugado un papel decisivo en la evolución de la propia Internet, como en el caso del correo electrónico (e-mail) en los comienzos o el WWW (World Wide Web) durante la fase de rápida expansión.

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 mundo²⁰. 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 COSINE²¹) 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 NORDUnet²²/KTH²³), Francia (INRIA²⁴), Italia (CNUCE²⁵), Alemania (Universidades de Dortmund y Karlsruhe), Holanda (CWI²⁶, NIKHEF²⁷) y Reino Unido (UCL²⁸). Algunas organizaciones supranacionales también establecieron enlaces dedicados con Internet en estos años, como el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN²⁹), la Agencia Espacial Europea (ESA³⁰) y el Grupo Europeo de Usuarios de Unix (EUUG³¹). Este último había constituido años antes la red EUnet³², 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/SPAN³³), 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 mundial³⁴. Fue necesario establecer unos mecanismos mínimos de cooperación y proceder a instalar, de una forma bastante voluntarista, los primeros enlaces intraeuropeos³⁵ 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, RARE³⁶ (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 IXI³⁷) 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

pea³⁸. 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 EASINET³⁹

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 permanente⁴⁰ 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.

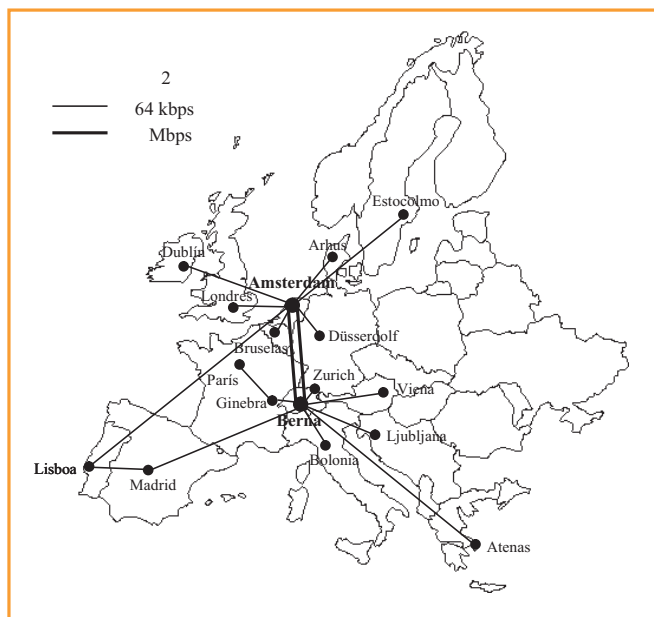
38 Los documentos de RIPE números 1, 2 y 3 describen sus objetivos, los participantes iniciales y la invitación a la participación de otras organizaciones activas en redes IP de área extensa.

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 877⁴¹ 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 transformaciones⁴² 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.

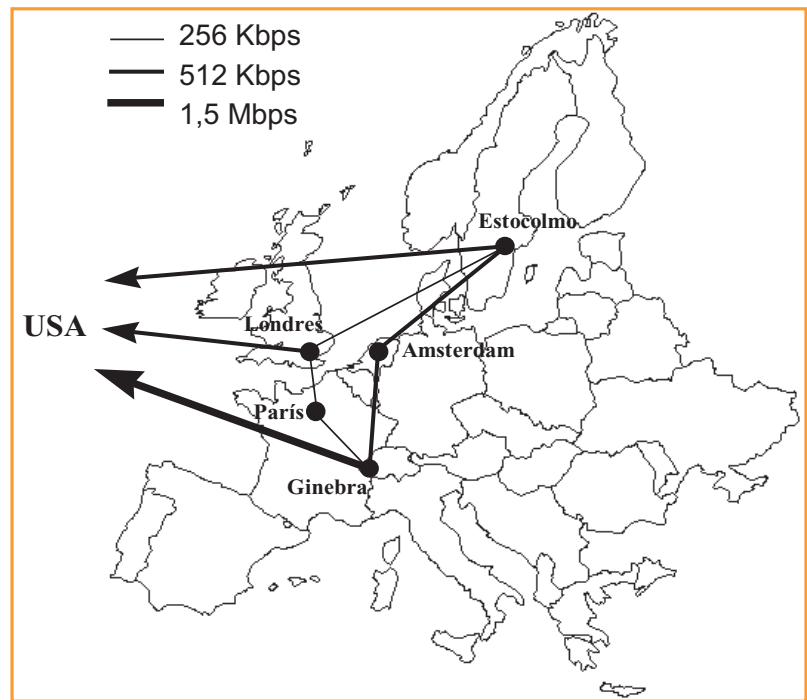
Por ello se creó en 1992 la red Ebone con una topología de cinco nodos o EBSs⁴³. En los años posteriores Ebone pasó por distintas fases evolutivas siguiendo una estrategia incremental (Ebone 92, Ebone 93, Ebone Inc.), ganando en cada una de ellas estabilidad organizativa (empezó como un esfuerzo cooperativo 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;

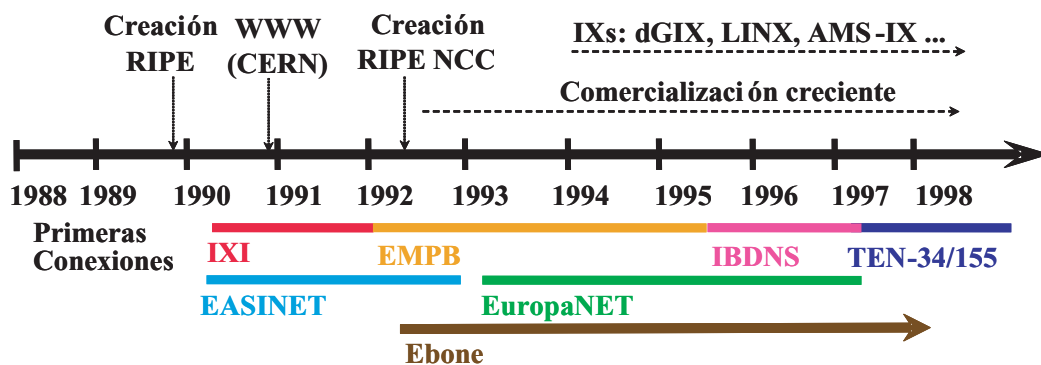
entre los iniciales destacaron por su importancia el LINX (London Internet Neutral eXchange), el dGIX (Distributed Global Internet eXchange en Estocolmo) y el AMS-IX (AMsterdam Internet eXchange), algunos de los cuales todavía mantienen hoy día su importancia inicial, aunque en paralelo hayan surgido 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 DANTE⁴⁴ 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)

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 energías⁴⁵, 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 (Iberpac⁴⁶). 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 IRIS⁴⁷, 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 nacional⁴⁸, 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 Fundesco⁴⁹.

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.

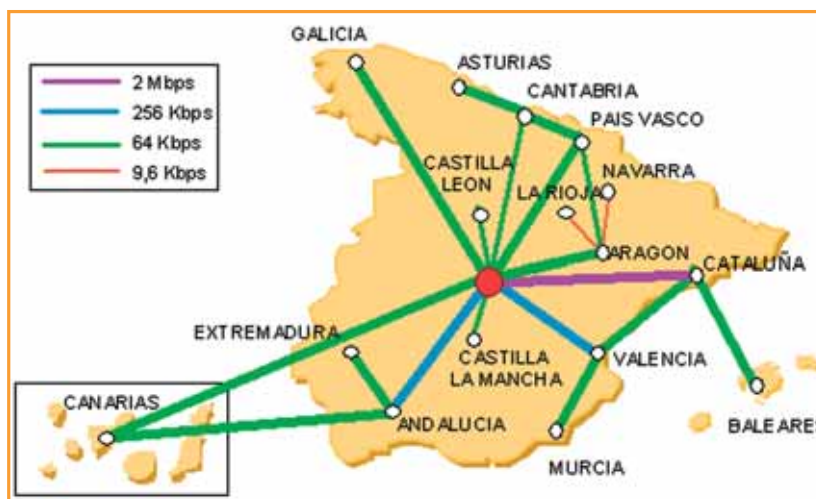
- Promover la implantación de servicios telemáticos lo más abiertos posible, basándose para ello en los estándares internacionales de ISO (protocolos OSI) y en las recomendaciones del CCITT.
- Participar en las organizaciones y proyectos internacionales con objetivos y características afines, con especial énfasis en los europeos.

La mayoría de estos objetivos fueron alcanzados con pleno éxito. Como infraestructura «inmediata»⁵⁰ 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 datos⁵¹, 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 compartida⁵².
- 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.400⁵³ (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 SIDERAL⁵⁴ 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>Junio 1991:</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>Octubre 1991:</p>	<p>Más de 1.000 ordenadores conectados.</p>
<p>Enero 1992:</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>Abril 1992:</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>Mayo 1992:</p>	<p>RedIRIS participa en la creación de Ebone. Conexión inicial a 64 kbps (posteriormente a 128 kbps).</p>
<p>Julio 1992:</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>Marzo 1993:</p>	<p>Conexión de RedIRIS a Mbone (<i>Multicast IP backbone</i>).</p>
<p>Finales 1992: Principios 1993:</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>Agosto 1993:</p>	<p>Más de 10.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»).</p>

Septiembre 1993:	Primera conexión internacional 2 Kbps: RedIRIS-EuropaNET.
Diciembre 1993:	<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>
Enero 1994:	<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>
	
Mayo 1994:	<p>Más de 20.000 máquinas conectadas (registrados bajo «.es»).</p> <p>Más de 100 organizaciones con plena conectividad.</p>
Noviembre 1994:	<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>
	
Marzo 1995:	<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>
	
Abril 1995 y meses posteriores:	<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>
Mayo 1995:	<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>
Junio 1995:	<p>Primera televisión española que ofrece información y noticias en la red (TV3)</p>
Julio 1995:	<p>Diez proveedores de servicios Internet.</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>Septiembre 1995:</p>	<p>La Bolsa de Madrid y la de Barcelona son las primeras de Europa en conectarse a Internet.</p>
<p>Octubre 1995:</p>	<p>Universitat Oberta de Catalunya (UOC) pionera en ofrecer educación a distancia a través de la red.</p>
<p>Noviembre 1995:</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>Diciembre 1995:</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>Enero 1996:</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>Febrero 1996:</p>	<p>Primer Congreso Nacional de Usuarios de Internet, Internet World 96 en Madrid (14 al 16 de febrero 96).</p>
<p>Abril 1996:</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>Octubre 1996:</p>	<p>Más de 100.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»). 200 proveedores de servicios Internet.</p>
<p>Diciembre 1996:</p>	<p>La AUI estima que España cuenta con 320.000 internautas, habiendo experimentado durante 1996 un aumento espectacular.</p>
<p>Enero 1997:</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>Febrero 1997:</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>

Mayo 1997:	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.
Septiembre 1997:	Más de 500 proveedores de servicios Internet . Alrededor de un millón de personas con acceso a Internet .
Enero 1998:	Más de 200.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»).
Marzo 1998:	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.
Mayo 1998:	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.
Agosto 1998:	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.
Octubre 1998:	<p>Más de 270.000 ordenadores conectados (registrados bajo «.es»). Alrededor de dos millones de españoles con acceso a Internet. 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>
Diciembre 1998:	<p>Liberalización total de las Telecomunicaciones. Fin de InfoVía. Nace InfoVía Plus.</p>
Enero 1999:	<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>
Marzo 1999:	<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>
Abril 1999:	<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>
	 
Junio 1999:	<p>Retevisión ofrece el acceso a Internet gratuito.</p>
Julio 1999:	<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>
Septiembre 1999:	<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>
Octubre 1999:	<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>
Noviembre 1999:	<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>).
Enero 2000:	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.
Febrero 2000:	La cotización de Terra alcanza su máximo histórico en 157,6 euros por acción.
Marzo 2000:	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.
Mayo 2000:	Telefónica anuncia que su filial Terra ha comprado el portal estadounidense LYCOS por 12.500 millones de dólares.
Junio 2000:	Unos cuatro millones de usuarios utilizan Internet en España.
Octubre 2000:	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».
Noviembre 2000:	Entra en vigor la tarifa plana para acceso a Internet.
Enero 2001:	Más de seis millones de usuarios de Internet en España.
Noviembre 2001:	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.
Diciembre 2001:	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.
Enero 2002:	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.



Junio 2002:	Más de 2,3 millones de hogares conectados a Internet en España (17 por 100 del total).
Octubre 2002:	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.
	
Enero 2003:	Más de ocho millones de usuarios de Internet en España.
Abril 2003:	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.
	
Junio 2003:	Más de 3,5 millones de hogares conectados a Internet en España (25 por 100 del total).
Noviembre 2003:	81,7 por 100 de las empresas españolas con más de diez empleados conectadas a Internet.
Diciembre 2003:	Más de diez millones de usuarios de Internet en España.
Enero 2004:	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.
Abril 2004:	Cerca de doce millones de personas son usuarios de Internet en España (33 por 100 de la población).
Junio 2004:	Más de 4,5 millones de hogares conectados a Internet en España (30 por 100 del total).
Noviembre 2004:	87,44 por 100 de las empresas españolas con más de diez empleados conectadas a Internet.
Enero 2005:	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).
Mayo 2005:	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.

Junio 2005:	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)
Julio 2005:	Terra, sale de la Bolsa.
Octubre 2005:	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.

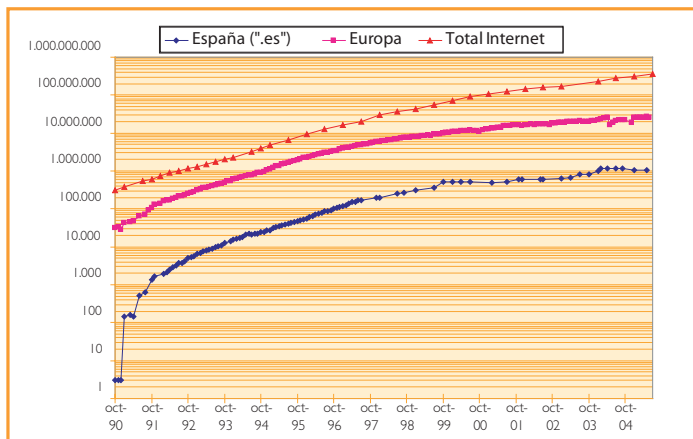
Como contrapartida, la práctica eliminación de las barreras para convertirse en proveedor (al no ser necesaria inversión en red), produjo un crecimiento desmesurado en el número de ISPs en España, fragmentando en demasía el mercado, de forma que los usuarios estaban repartidos entre muchos ISPs, por 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

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)

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 esencial⁵⁵. 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.



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)

⁵⁵ 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 Yuste¹

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, trajo 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.

¹ 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 comunicación².

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 manera³:

«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 móvil⁴.

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 televisión⁵. 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 AMPS⁶.

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 Washington⁷.

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 meses⁸.

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 historia⁹.

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 Televerket¹⁰ como NTT¹¹, 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 celular¹². 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 Unidos¹³. 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 1987¹⁴.

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 50.000¹⁵. 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 Detroit¹⁶. 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 MHz¹⁷.

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 año¹⁸.

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 1956¹⁹.

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 total²⁰.

En España, en cambio, la introducción de la telefonía móvil se produjo con considerable retraso. Fuera del servicio mensafónico²¹, 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 480²².

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 1987²³.

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)²⁴. 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 Solana²⁵, en 1988 la CTNE cambió su denominación social por la de Telefónica de España²⁶ 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 1946²⁷. 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 clientes²⁸. 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 compañías²⁹.

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)

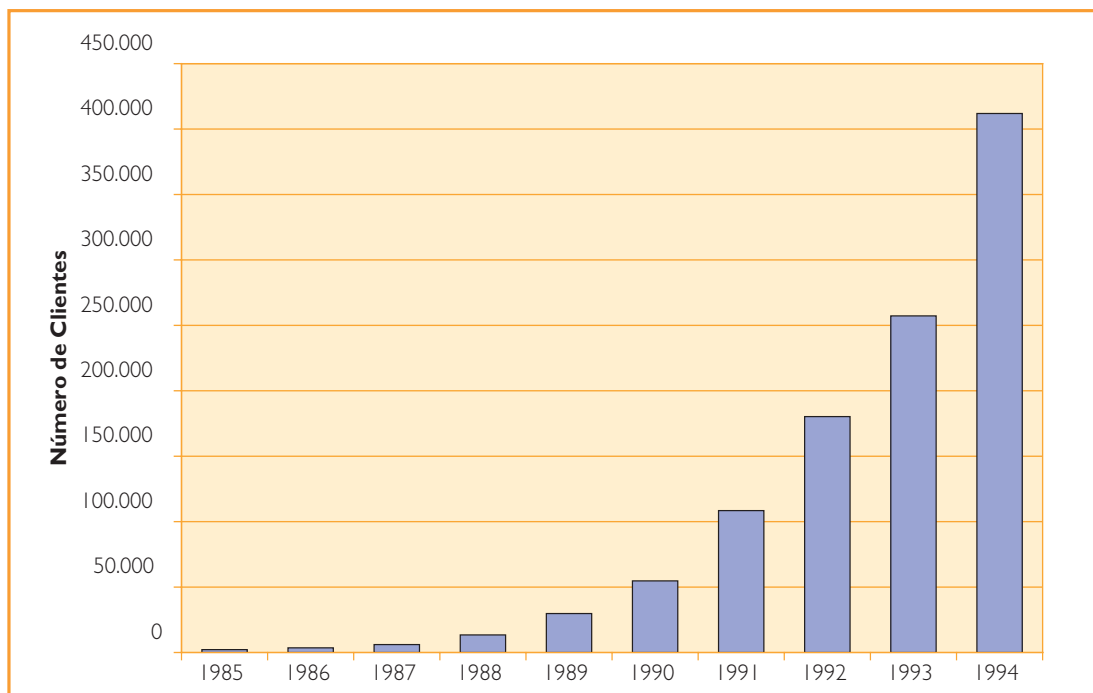


Figura 4. Número de clientes de telefonía móvil en España desde 1985 hasta 1994. El servicio Moviline, lanzado por Telefónica en 1990, contribuyó a acercar la telefonía móvil al ciudadano, convirtiendo un producto considerado elitista hasta ese momento en un producto de uso común. Fuente: Memorias Anuales 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 analógica³⁰.

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 desierto³¹.

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 usuarios³².

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 1991³³.

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 mundial³⁴.

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 Europa³⁵.

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 1991³⁶.

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 cuarta³⁷.

34 El Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones fue creado por la CEPT en 1988. Ver 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 servicio³⁸.

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 servicio³⁹.

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 Defensa⁴⁰.

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 Airtel⁴¹, 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.

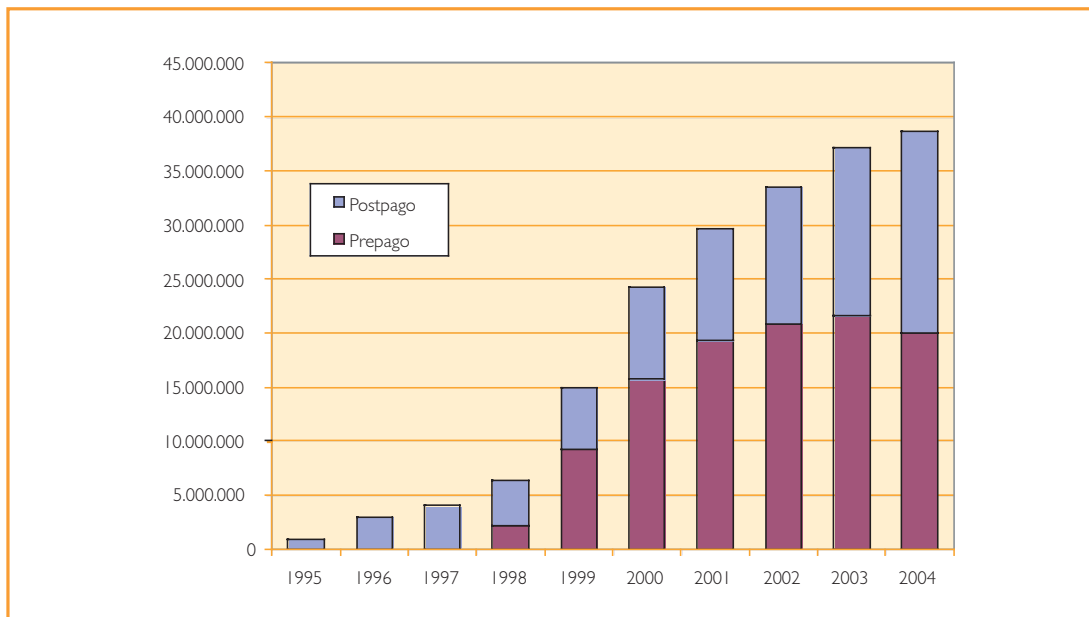


Figura 6. Número de clientes de telefonía móvil (en millones) en España desde la ruptura del monopolio, en 1995, hasta 2004, distinguiendo entre clientes de tarjeta (prepago) y de contrato (postpago). La modalidad de prepago tuvo una aceptación comercial enorme y permitió el acceso de los jóvenes a la 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

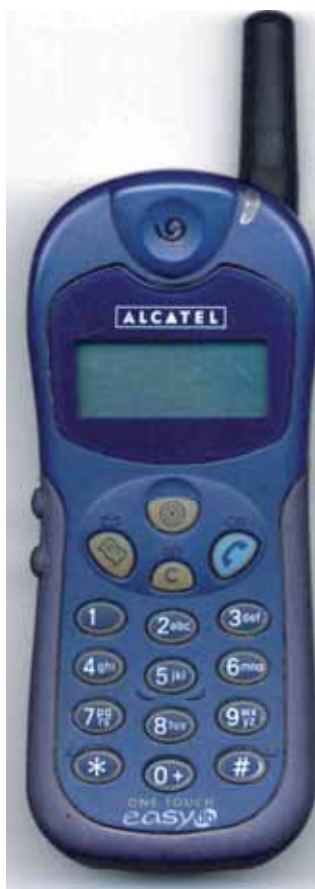


Figura 7. Teléfono móvil One Touch Easy de Alcatel, tipo dual, para redes GSM-900 y DCS-1800, 1999. El incremento espectacular de clientes y la incorporación de Amena como tercer operador en competencia, hizo necesario buscar una nueva banda en 1800 MHz. Surgieron entonces teléfonos duales, como éste, 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 soportaba⁴². 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 ofertas⁴³.

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 dueño⁴⁴.

El 24 de abril fue sancionada la Ley General de Telecomunicaciones, que amparaba legislativamente todo el proceso de liberalización emprendido por el Gobierno⁴⁵ 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 Ferrovial⁴⁶.

El 16 de julio Retevisión constituyó Retevisión Móvil, como sociedad anónima independiente para la explotación del negocio de la telefonía móvil⁴⁷; 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%).

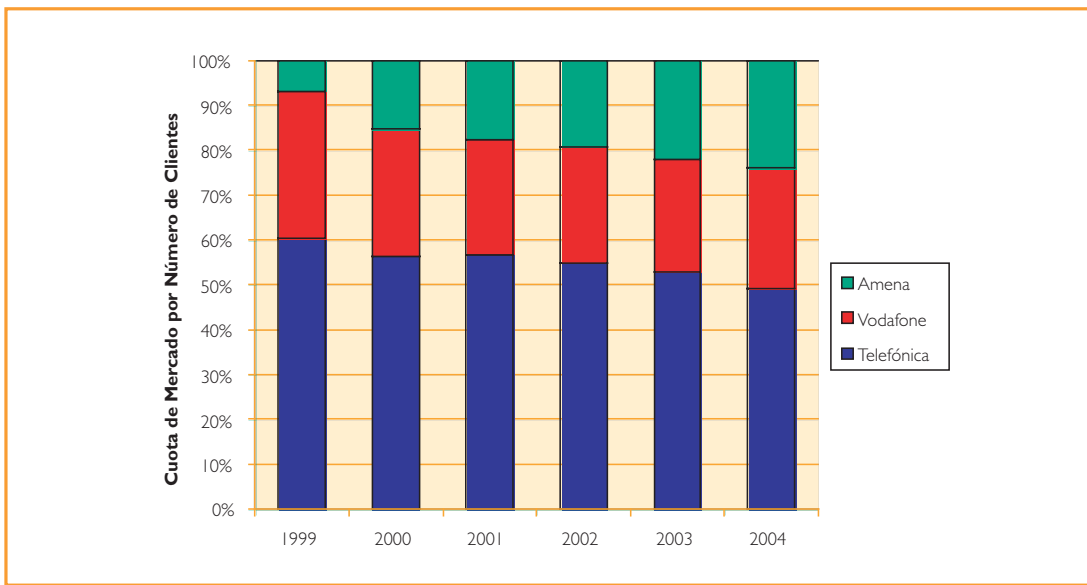


Figura 8. Cuota de mercado de los operadores de telefonía móvil en España según el número de clientes. A través de esta gráfica se observa el efecto que ha tenido la introducción de competencia en el mercado. Telefónica, operador dominante por razones históricas, ha ido cediendo cuota de mercado a Vodafone y Amena, operadores entrantes (Fuente: Informes Anuales de la CMT. Elaboración propia)

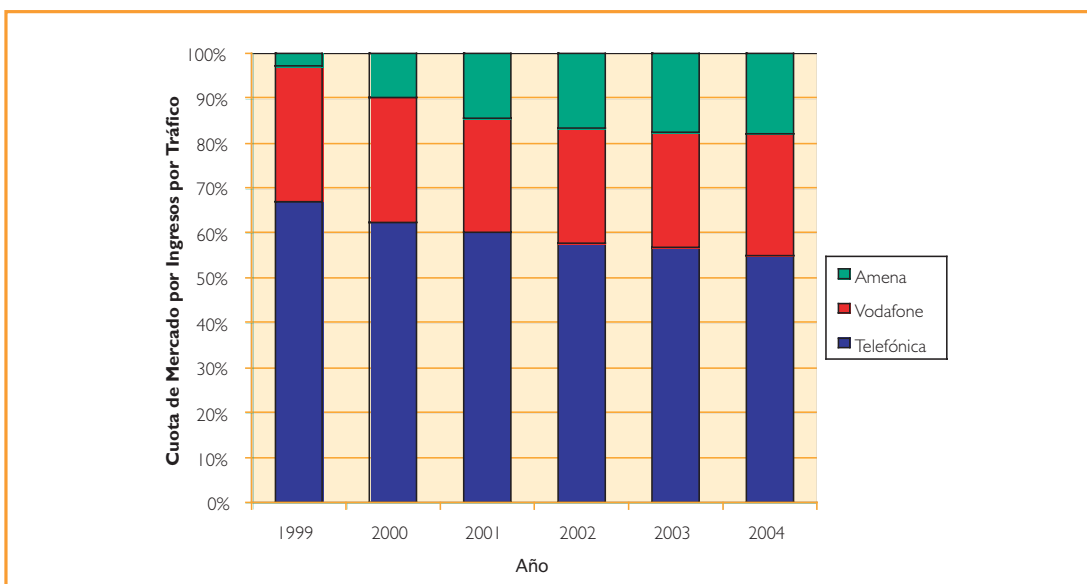


Figura 9. Cuota de mercado de los operadores de telefonía móvil en España según los ingresos por tráfico cursado. El efecto de la competencia no sólo se ha notado en el número de abonados, sino también en los ingresos por tráfico cursado, que ha seguido una tendencia muy similar a la del número de clientes (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»⁴⁸.

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 diez⁴⁹.

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 Xfera⁵⁰.

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 siguiente⁵¹.

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 España⁵². 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 GSM⁵³. 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 Santander⁵⁴, 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 2003⁵⁵.

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 videomensajes⁵⁶.

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»⁵⁷.

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 medio⁵⁸.

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 antenas⁵⁹.

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 psicosomática 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 100⁶⁰.

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.

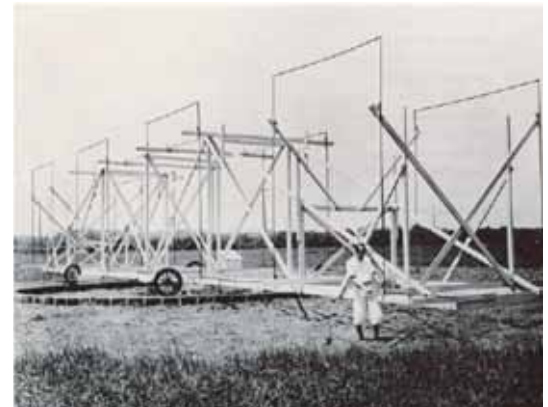
Las ondas de radio en el Universo

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.

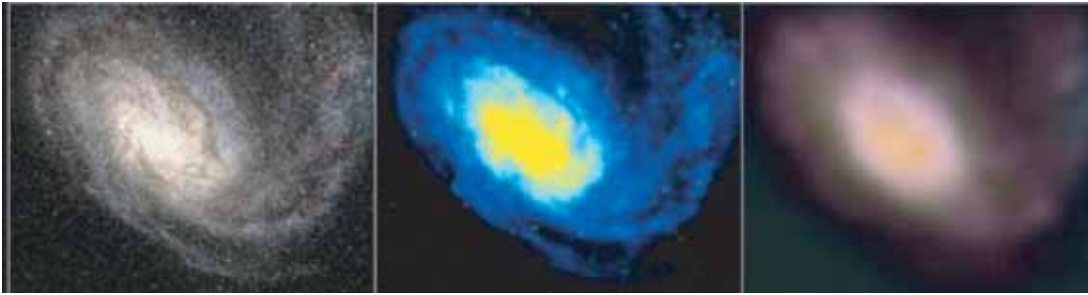
Pero también los telescopios ópticos se han visto complementados por los *arrays* o conjuntos de radiotelescopios, conocidos también por interferómetros. Suelen ser multiplicadores que, ayudados de sumadores y líneas de retardo ajustables digitalmente empleando un ordenador, permiten estudiar las señales 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-

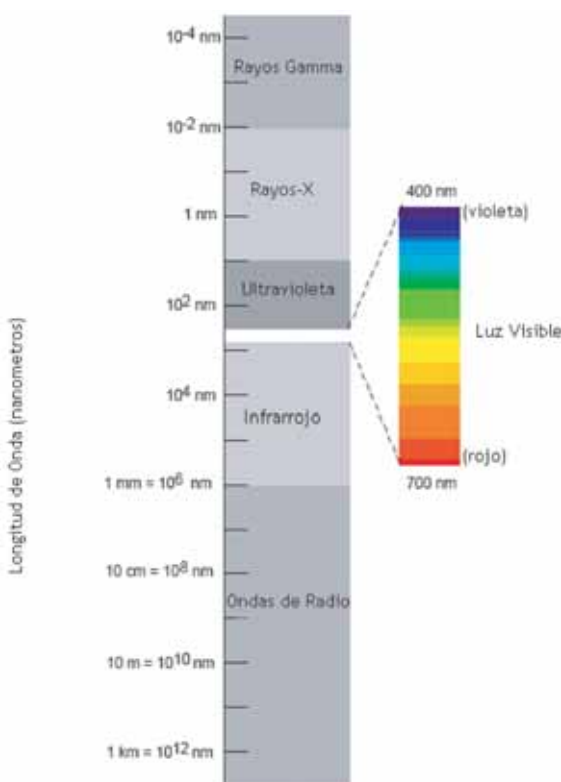


En estas tres fotografías se observa el aspecto de una misma galaxia a distintas longitudes de onda: visible, radio e infrarrojo, empezando de izquierda a derecha

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 telescopios¹.

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 organizaciones².

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)³.

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 km² 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 km² 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 km² 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.

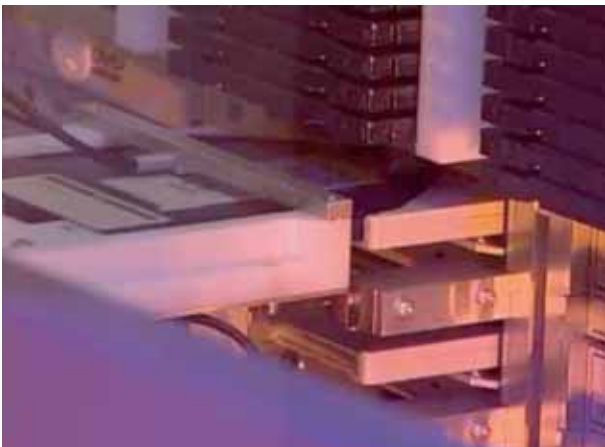
Los datos y la Radioastronomía

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 = 4.10¹¹ (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

Agencia Espacial Europea: www.esa.int

NASA: www.nasa.org

Proyecto SETI: www.seti.org

Sociedad Astronómica Granadina: www.astrogranada.org

Portal de Astronomía, Astrored: www.astrored.org

Instituto Geográfico Nacional: 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
 Observatorio Nacional de Radioastronomía: www.nrao.edu
 Estación de seguimiento de satélites de Villafranca (Madrid): www.vilspa.esa.es
 Instituto de Radioastronomía Max-Planck: www.mpifr-bonn.mpg.de/index_e.html
 Observatorio de Arecibo: www.naic.edu
 I.R.A.M. - Instituto de Radioastronomía Milimétrica de Sierra Nevada: 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
 Observatorio de Jodrell Bank: 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
 Radio Observatorio Big Ear Radio (Ohio State University): 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
 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
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas: www.csic.es
 Instituto de Astrofísica de Canarias: 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/>