

Este es un libro en el que se mantiene el difícil equilibrio entre la ciencia y las humanidades, y entre el rigor científico y la divulgación. En el mismo se hace un riguroso y completo recorrido a lo largo de la historia de las tecnologías de la información y comunicación, y se aportan los principales elementos científicos y técnicos que han caracterizado a todo un conjunto de tecnologías y servicios que van desde la telegrafía hasta el mundo digital en el que nos encontramos y donde el paradigma de Internet ha jugado, y lo seguirá haciendo, un papel determinante en lo que ha venido a llamarse la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Pero no se trata únicamente de exponer definiciones y explicaciones técnicas, sino también de recoger anécdotas, datos e historias apasionantes, de una manera clara, sencilla y amena, relatadas, paso a paso, por la senda que nos ha permitido llegar al nuevo ecosistema digital, en continua y rápida evolución, en el que nos encontramos inmersos.

El estudio de estas nuevas tecnologías es también el estudio y entendimiento de nosotros mismos, de quienes somos, de cómo nos comportamos socialmente y a donde nos lleva esta nueva forma de comunicarnos, de hacer negocios y de entender el entretenimiento, que de alguna manera ha modulado nuestra identidad, no solo como usuarios sino también como actores y protagonistas principales de esta nueva realidad.

Una nueva historia de nuestra especie Homo sapiens se empieza a escribir, llena de esperanza y oportunidades, pero también con riesgos y amenazas, en la que tendremos que saber navegar con el uso responsable del poder y las capacidades que nos brindan las nuevas tecnologías, con las que este libro nos ayuda a familiarizarnos de forma amena y original.

*Telefonica*  
FUNDACIÓN

Fundación Telefónica

# Las tecnologías que cambiaron la historia

Miguel Vergara  
José Manuel Huidobro

Las tecnologías que cambiaron la historia



55

*Telefonica*  
FUNDACIÓN

*Ariel*

# LAS TECNOLOGÍAS QUE CAMBIARON LA HISTORIA

EL APASIONANTE VIAJE DESDE LA TELEGRAFÍA  
HASTA EL MUNDO DIGITAL

Comparte esta publicación  
en redes sociales:



# LAS TECNOLOGÍAS QUE CAMBIARON LA HISTORIA

EL APASIONANTE VIAJE DESDE LA TELEGRAFÍA  
HASTA EL MUNDO DIGITAL

Autores:  
Miguel Vergara y José Manuel Huidobro

Esta obra ha sido editada por Ariel y Fundación Telefónica, en colaboración con Editorial Planeta, que no comparten necesariamente los contenidos expresados en ella. Dichos contenidos son responsabilidad exclusiva de sus autores.

© **Fundación Telefónica, 2016**

Gran Vía, 28  
28013 Madrid (España)

© **Editorial Ariel, S.A., 2016**

Avda. Diagonal, 662-664  
08034 Barcelona (España)

© de los textos: Fundación Telefónica

© de la ilustración de cubierta: © Andrey Armyagov, Scanrail1, BrAt82, h4nk-Shutterstock

Coordinación editorial de Fundación Telefónica: Rosa María Sáinz Peña  
Primera edición: diciembre de 2016

ISBN: 978-84-08-16858-4

El presente monográfico se publica bajo una licencia Creative Commons del tipo: Reconocimiento - Compartir Igual



Esta obra se puede descargar de forma libre y gratuita en:  
<http://www.fundaciontelefonica.com/publicaciones>

A Giuseppe Ravizza, «inventor» de la máquina de escribir  
y a todos aquellos que contribuyeron a hacer de este instrumento  
la primera herramienta de la comunicación económica, política y social.

«Escribir tres veces más rápido como con la mano  
y obtener contemporáneamente dos copias...»

Giuseppe Ravizza (1811-1885)



# Índice

## Prólogo

*Emilio Gilolmo* ..... XI

**Introducción**..... XIII

**Galería de personajes históricos**..... XVII

**1. Telegrafía**..... 1

**2. Telefonía fija**..... 25

**3. Radio y televisión**..... 61

**4. Informática y ordenadores**..... 97

**5. Comunicaciones móviles** ..... 131

**6. Comunicaciones espaciales** ..... 161

**7. Mundo Internet**..... 187

**Bibliografía** ..... 219

**Acrónimos tecnológicos**..... 221



# Prólogo

Si existe algún sector tecnológico en el que los cambios se hayan sucedido de una manera rápida y numerosa, este es, sin duda, el de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, más conocidas como las TIC. Sin embargo, no se trata únicamente de un cambio en un solo campo tecnológico, sino de la generación en un periodo de tiempo relativamente corto de todo un verdadero ecosistema, ligado a una serie de aportaciones del mundo científico y técnico acontecidas desde la segunda mitad del siglo XVIII, que no han cesado de progresar hasta nuestros días.

Desde los orígenes de la humanidad (*Homo sapiens*), que llega a Europa hace más de 40.000 años, el hombre no ha dejado de comunicarse, utilizando instrumentos más o menos rudimentarios pero no por ello ineficaces. Con la llegada de la electricidad y la teoría unificada del electromagnetismo, como manifestación de un mismo fenómeno, se produce un gran avance. Un siglo más tarde, en el XIX, con la invención del telégrafo y el teléfono, es cuando las telecomunicaciones empiezan a dar sus verdaderos frutos, hasta llegar a convertirse en algo inherente al comportamiento del ser humano.

Se trata este de un gran recorrido a lo largo de una carrera de relevos tecnológicos, que arranca con el telégrafo eléctrico, pero con un punto de referencia emblemático, como fue la invención del teléfono en el año 1876, seguido de las primeras emisiones de televisión en la década de 1930, el desarrollo de la telefonía móvil y el nacimiento de Internet en la década de 1990.

La realidad actual ha permitido superar los 1.000 millones de líneas telefónicas fijas, 7.300 millones de teléfonos móviles, y 3.500 millones de usuarios de Internet, según recientes estadísticas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, con previsiones para el ya cercano año 2020 de que se alcancen los 50.000 millones de dispositivos conectados gracias a tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), que nos conducen irreversiblemente a un mundo conectado en el que la vida y la sociedad serán muy diferentes, tanto en el mundo del trabajo como en el ocio.

Con esas potentes raíces tecnológicas no es de extrañar que el árbol de las TIC siga dando frutos excepcionales y los productos y servicios derivados de los mismos sean hoy un conjunto de disciplinas que, de alguna manera, este libro pretende desgranar.

Gracias a la pericia de los dos reconocidos profesionales en el mundo de las TIC, José Manuel Huidobro y Miguel Vergara, de dilatada trayectoria profesional, ha sido posible ordenar de manera precisa y rigurosa, pero con un lenguaje claro y coloquial, los diferentes conceptos, técnicas, acrónimos, anécdotas y otras divertidas historias transcurridas a lo largo de los más de 150 años durante los cuales las TIC han brillado, y siguen haciéndolo, con luz propia.

La presente obra, titulada *Las tecnologías que cambiaron la historia*, ha sido posible gracias al apoyo de Fundación Telefónica, en su papel de difusora y promotora de la cultura tecnológica y científica en nuestro país. Sus páginas relatan el apasionante viaje desde la telegrafía hasta el mundo digital. Se ha estructurado en siete capítulos ordenados en función de los acontecimientos principales que marca-

## Las tecnologías que cambiaron la historia

---

### X

ron cada época: la Telegrafía; la Telefonía Fija; La Radio y la Televisión; la Informática y los Ordenadores; las Comunicaciones Móviles; las Comunicaciones Espaciales y, por último, el Mundo Internet, además de una galería de los personajes que hicieron historia en sus respectivos campos, un glosario de términos y una extensa bibliografía.

Como se puede apreciar en el libro, la contribución tecnológica de España ha sido relevante y el papel de Telefónica, una compañía líder a nivel mundial con casi cien años de historia, ha sido determinante para incorporarnos como ciudadanos al mundo digital, mejorar nuestra calidad de vida, el acceso al conocimiento y la manera como nos relacionamos, en definitiva, la mejora del aprovechamiento de las oportunidades que se nos presentan día a día.

**Emilio Gilolmo**

Vicepresidente Ejecutivo  
de Fundación Telefónica

# Introducción

Es un hecho incontestable que cada época tiene su tecnología y que cada tecnología genera sus propias innovaciones; para poder expresarse, estas innovaciones generan su propio lenguaje.

Para entender y narrar la historia de las nuevas tecnologías hay que empezar por analizar los fenómenos físicos que las permiten. Básicamente, constituyen las ciencias del magnetismo, la electricidad, la luz y el sonido, así como las relaciones que existen entre ellos, y cómo estos se relacionan con otras disciplinas como la química, la mecánica, la física o la termodinámica.

Parece oportuno comenzar esta laboriosa tarea con una breve reseña de todo este sustrato científico que ha permitido disponer de las tecnologías que son capaces de proporcionarnos estos nuevos avances que hoy nos resultan tan familiares.

De entre los años 3400-3000 a. C. data una tablilla en la ciudad de Uruk (Mesopotamia, en el actual Irak) que registra un texto con el siguiente mensaje administrativo: «29.086 medidas de cebada 37 meses Kushim». La lectura más probable sería que un total de 29.086 medidas de cebada se recibieron a lo largo de 37 meses, lo que fue certificado por un funcionario llamado Kushim. Este puede ser el mensaje escrito registrado más antiguo de la historia que, como puede verse, no expresaba un concepto abstracto, lo que hace pensar que el lenguaje escrito se inventó, probablemente, para resolver necesidades de la vida cotidiana.

El fenómeno del magnetismo se remonta al año 2637 a. C., cuando el emperador Huang-Ti de China usó una brújula para descubrir la dirección en la que debía perseguir a sus enemigos en el campo de batalla.

Cuenta el romano Plinio que, en los años 900 a. C., un pastor griego llamado Magnes, caminando por un campo de piedras en Asia Menor, se dio cuenta de que estas le arrancaban las sujeciones metálicas de su calzado, por lo que esa región comenzó a llamarse Magnesia, de donde viene la raíz del magnetismo.

Los fenómenos electrostáticos eran conocidos desde la Antigüedad. Los griegos del siglo V a. C. ya sabían que, al frotar ciertos objetos, estos adquirían la propiedad de atraer cuerpos livianos. Tales de Mileto fue el primero en observar los fenómenos eléctricos cuando, al frotar una barra de ámbar con un paño, notó que esta podía atraer objetos de poco peso. La historia de la electricidad, como rama de la física, comenzó con observaciones aisladas (el movimiento de un anca de rana al estimularla eléctricamente) y simples especulaciones o intuiciones médicas, como el uso de peces eléctricos en enfermedades como la gota y el dolor de cabeza.

El año 1687 es una fecha histórica para la Ciencia. Se publica, a expensas de la Royal Society, la obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, de Isaac Newton, que define los conceptos de masa, fuerza, inercia, espacio, tiempo, etc., con lo que se rompe definitivamente con el dogma teológico para

## Las tecnologías que cambiaron la historia

### XII

dar paso a los hechos naturales y a las leyes matemáticas. Con razón, *Principia* es quizá la obra maestra y de mayor esfuerzo del pensamiento humano, al ser la primera gran síntesis del conocimiento científico.

Ya en el siglo XVII, el físico inglés William Gilbert realizó importantes estudios sobre el magnetismo y la electricidad. Su libro, *De Magnete*, nos descubre por primera vez el campo magnético de la Tierra y da por hecho la relación del magnetismo y la electricidad.

El siglo XVIII fue conocido como el Siglo de las Luces, pues la «luz de la razón» es la que mejor caracteriza un movimiento que en Gran Bretaña se denominó Enlightenment, Les Lumières en Francia, Aufklärung en Alemania e Ilustración en España. Adoptado inicialmente por intelectuales y burgueses, y un poco más tarde por algunos nobles y clérigos, renovará la filosofía, la educación y la investigación científica, y su influencia se dejará notar también en la política.

A mitad del siglo XVIII aparece la famosa *Enciclopedia* francesa, dirigida por Diderot y D'Alembert (obra inicialmente concebida en diez volúmenes en 1749, pero que terminó en un total de treinta y cinco en 1780). En su discurso preliminar, D'Alembert sintetiza el pensamiento enciclopedista examinando progresivamente la física, la geometría, la aritmética y la mecánica. A pesar de la oposición de la Iglesia en su difusión, desde ese momento Europa se convenció de que el destino de la humanidad se basaba en la inteligencia y en la razón.

Los progresos de las matemáticas y la mecánica durante el siglo XVIII influyeron poderosamente en la acústica, que permitió completar la teoría del sonido. José Sauver, matemático francés (1653-1716), fue el primero que oyó las «pulsaciones» al sonar simultáneamente dos tubos de un órgano de distinto tono; pero es Helmholtz, en la segunda mitad del siglo XIX, quien establece la verdadera teoría físico-matemática de la música.

Benjamín Franklin establece una teoría de la electricidad admitiendo que los cuerpos no eléctricos poseen una cierta cantidad de electricidad, de modo que están cargados positiva o negativamente en función de la cantidad de la misma. Esta tesis es rechazada por Symmer, estableciendo en 1759 otra teoría por la cual hay dos electricidades distintas que se neutralizan mutuamente en los cuerpos no eléctricos.

Los matemáticos nacidos de la Revolución Francesa someten a una profunda revisión los fundamentos de esta ciencia. Augustin Louis Cauchy, nacido en París en 1789; Johann Carl Friedrich Gauss, que nació en Brunswick en 1777; Niels Henrik Abel, nacido en 1802 en Noruega; y Évariste Galois, que nació en Francia en 1811, revolucionan las matemáticas. En particular, Galois crea una nueva rama de las matemáticas contemporáneas: la teoría de grupos.

Entre todos introducen el rigor en las matemáticas, racionalizan esta ciencia y perfecciona la teoría de las ecuaciones. Aparece la geometría no euclídea (cualquier forma de geometría cuyos postulados y propiedades difieren en algún punto de los establecidos por Euclides en su tratado *Elementos*).

En la primera mitad del siglo XVI, Petrus Cunaeus intenta electrizar el agua en una botella (botella de Leyden), recibiendo una poderosa descarga. La primera batería la construye Franklin enlazando varias

botellas al conductor de una máquina eléctrica en la que cada una de ellas colgaba del fondo de la anterior. Pero los que dieron el verdadero impulso a la electricidad fueron los italianos Luigi Galvani y Alessandro Volta, al detectar que si colocaban la lengua entre dos trozos de metales distintos en contacto con un líquido se producía electricidad.

En 1781, William Herschel descubre Urano, el planeta más alejado del Sistema Solar, y en 1846 Le Verrier «predijo» la existencia del planeta Neptuno, verificada ese mismo año por Galle. La perfección de los instrumentos de observación, de las matemáticas y de la física influyen poderosamente en la astronomía de ese nuevo siglo. Se descubren los primeros cometas y se calculan sus órbitas.

En 1864, el físico escocés James Clerk Maxwell unificó las leyes de la electricidad y del magnetismo en un sistema de cuatro ecuaciones, conocidas como ecuaciones de Maxwell. Con ellas se desarrolló el estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos, mostrando que ambos tipos son manifestaciones del único fenómeno del electromagnetismo, que incluía también las ondas electromagnéticas.

Como consecuencia del Congreso de Viena (1815), se establecen una serie de tratados que, con la inestabilidad del Imperio otomano y las alianzas de Bismark frente a la triple alianza de Francia, Inglaterra y Rusia, terminan en la gran guerra de 1914. En este contexto debemos situar el desarrollo de la ciencia en ese siglo.

Los progresos de la ciencia en el siglo XIX tienen grandes aplicaciones tecnológicas: el telégrafo lo perfecciona Gauss-Weber en 1833 mediante la idea de utilizar las desviaciones eléctricas de una aguja imantada. En 1876, Bell patenta el teléfono y, ese mismo año, Edison perfecciona el fonógrafo e inventa el cinematógrafo, aunque en 1895 los hermanos Lumière ruedan una película por primera vez.

El siglo XX se caracteriza por dos grandes acontecimientos. El primero: la guerra de 1914-1918 o gran guerra, en la que se empieza a forjar una nueva civilización; y el segundo: la aparición de un nuevo concepto de Ciencia, que permite investigar de forma altruista sin estar relacionado con las necesidades biológicas de la humanidad.

En 1900, Plank plantea la teoría cuántica que postulaba que la energía está constituida por paquetes individualizados denominados «cuantos». Un joven oficinista suizo escribe una serie de artículos en 1905, considerados como los más importantes de la historia de la Física. En uno de ellos, Einstein analiza el efecto fotoeléctrico (por el que recibiría el premio Nobel) a través de la teoría cuántica de Plank, y en otro esboza la teoría de la relatividad, que proporciona las pruebas de que los átomos realmente existían.

Su famosa ecuación  $E = mc^2$  nos viene a decir que la masa y la energía se relacionan a través de la velocidad de la luz, por lo que, dada la dimensión del cuadrado de la velocidad, existe una cantidad enorme de energía en cualquier objeto material, y sus aportaciones concluyeron en la Teoría General de la Relatividad.

Hubble, en 1923, demuestra que una mancha lejana de la constelación de Andrómeda no es otra cosa que una galaxia, lo que nos hace entender que el universo es más vasto y complejo de lo que nadie había podido imaginar hasta entonces.

## Las tecnologías que cambiaron la historia

### XIV

En Francia, Louis de Broglie descubre ciertas anomalías en el comportamiento de los electrones que fundamentan la teoría de la mecánica ondulatoria desarrollada por Schrödinger. Al mismo tiempo, en 1926, Heisenberg elabora una nueva disciplina denominada mecánica cuántica, que se basa en el principio de incertidumbre que lleva su nombre y conduce a que solo podemos conocer la probabilidad de que un electrón se encuentre en un lugar determinado.

Los físicos intentan unificar las teorías del universo con la teoría de las supercuerdas, que postula que las partículas elementales como los cuarks y los leptones son en realidad cuerdas vibrantes de energía que oscilan en un espacio de once dimensiones de las que solo conocemos tres.

«Todo lo que podía inventarse ya se ha inventado.» Esta fue la frase con la que Charles H. Duell, comisionario de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos anunció, en 1899, el fin de los inventos de la humanidad. ¡Era tal su convencimiento que el propio Charles pidió al Congreso americano que cerrara la Oficina de Patentes, ya que no tenía sentido mantenerla abierta por más tiempo al no quedar más cosas por inventar!

Sin embargo, el último tercio del siglo XIX y los primeros años del siglo XX el mundo científico sacó a la luz una serie de inventos e innovaciones que han marcado profundamente nuestra manera de vivir y de relacionarnos con los demás. Hablamos de la informática, los ordenadores, la televisión, las comunicaciones espaciales, Internet...

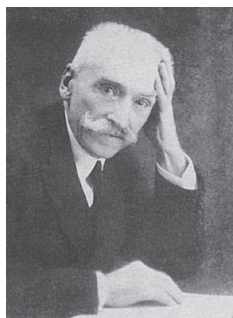
Pero todos estos avances no hubieran sido posibles sin los personajes que los llevaron a cabo, unas veces en solitario, pero las más en colaboración con otros. Así pues, cabe recordar aquí la famosa frase de Isaac Newton (1642-1727): «Si yo he logrado ver más lejos es porque me apoyé en hombros de gigantes».

La cadena de personajes a lo largo de la historia de la humanidad es interminable: Euclides, Arquímedes, Ptolomeo, Kepler, Galileo, Descartes, Newton, Leibniz, Huygens, Euler, Lavoisier, Lyell, Darwin, Faraday, Amper, Maxwell, Pasteur, Poincaré, Einstein, Pauli, Bohor, Heisenberg, Feynman... por nombrar a algunos de los gigantes de la ciencia... Esta cadena nunca terminará mientras esté presente la curiosidad del ser humano y el progreso siga siendo el alma de la sociedad.

Con este espíritu de divulgación, pero también de ayudar al lector a navegar por un sinfín de términos, acrónimos, anglicismos, anécdotas e historias... relacionados con el apasionante mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (cuyo uso intensivo ha conducido a este nuevo mundo digital en el que estamos inmersos) nace este libro. Su simple y desinteresado objetivo es desmitificar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, una de las mayores innovaciones tecnológicas que ha desarrollado la humanidad y que tanto ha cambiado nuestras vidas y lo hará mucho más en el futuro.

## Galería de personajes históricos

Básicamente, la información de este apartado sobre algunos personajes que aparecen en esta obra ha sido elaborada por el Foro Histórico de las Telecomunicaciones y publicada en el número 201 de la revista BIT, correspondiente a julio de 2015.



Édouard Estaunié

El ingeniero y académico de la lengua francesa **Édouard Estaunié** inventó el término «telecomunicación» en 1904, pero el bautismo oficial de la profesión de «ingeniero de telecomunicación» fue español, ya que tuvo lugar en 1932 con ocasión de la Conferencia de Madrid de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).



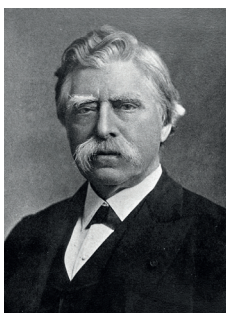
Agustín de Betancourt y Molina

La prehistoria de las telecomunicaciones se inicia en tiempos de la Revolución Francesa con **Claude Chappe**, quien instaló la primera línea telegráfica óptica desde París a Lille en 1792. Siete años más tarde, un ingeniero español, **Agustín de Betancourt**, inauguró la primera línea española de telegrafía óptica entre Madrid y Aranjuez.



Samuel Morse

**Samuel Breese Morse** concibió la idea de un sistema telegráfico sobre un solo conductor con un electroimán incorporado. El secreto de Morse fue instrumentar su idea mediante un elemento clave: el código. Basada en él, la línea telegráfica Washington-Baltimore entró en servicio en 1845.



David Edward Hughes

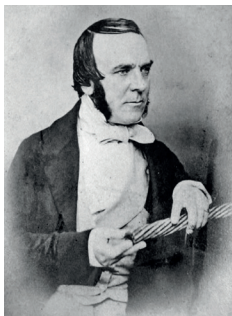


Émile Baudot

En 1855, **David Edward Hughes** inventó y patentó el telégrafo de impresión o teletipo y, en 1874, **Émile Baudot** sustituye el código morse por el código de Baudot, que se ha utilizado en el mundo durante más de setenta años.

## Las tecnologías que cambiaron la historia

### XVI



John Watkins Brett

Gracias a la tenacidad del llamado padre de la telegrafía submarina, **John Watkins Brett**, en 1850 pudo tenderse el primer cable submarino entre el acantilado de Dover y Calais. Logró que, en 1858, el buque *USS Niagara* amarrase el primer cable trasatlántico en la

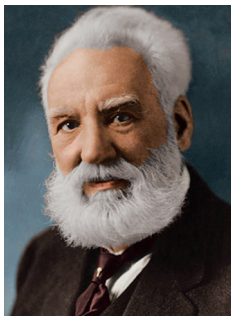
bahía de la Trinidad en Terranova (Canadá) y el *HMS Agamemnon* en Valentia (Irlanda), de 3.240 km de longitud.

En 1865, el total de líneas telegráficas era de unos 500.000 km y se enviaban unos 30 millones de mensajes a través de redes telegráficas en las que cada país utilizaba su propio sistema.

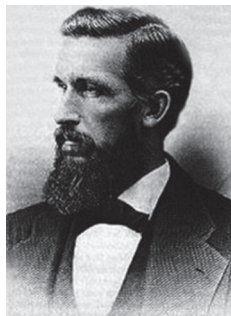
Los representantes de veinte territorios europeos, entre ellos España, se reunieron en 1865 en París, acordando el uso del morse en las líneas internacionales y una tarifa única para casi toda Europa. El 17 de mayo de 1865 nació así la Unión Telegráfica Internacional, la primera organización intergubernamental en la Historia.



Antonio Meucci



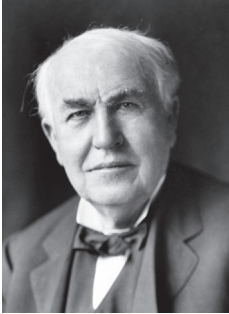
Alexander  
Graham Bell



Elisha Gray

El ingeniero italiano **Antonio Santi Giuseppe Meucci** descubrió que la transformación de las vibraciones sonoras en impulsos eléctricos permitía transmitir la voz a distancia, a través de un cable. Diseñó el «teletrófono». En 1871 hace una demostración en Nueva York transmitiendo la voz de una cantante. Meucci

presenta su «telégrafo parlante» al vicepresidente de una filial de la Western Union Telegraph Company, en la que trabajaban como consultores **Alexander Graham Bell** y **Elisha Gray**, haciéndoles entrega de abundante documentación. En 1874, no pudiendo pagar los 10 dólares necesarios para renovar su patente, la pierde. Dos años más tarde, Bell registró un aparato de transmisión de la voz sin facilitar una descripción detallada. Meucci no consigue que le sea reconocida la paternidad de su invento hasta siglo y medio más tarde, en 2002, cuando la Cámara de Representantes de EE. UU. reconoce que el inventor del teléfono fue Meucci antes que Bell.



Thomas Alva Edison

Alexander Graham Bell crea en 1877 la Bell Telephone Company y al año siguiente inaugura la primera central telefónica en New Haven. En 1879, la Bell Telephone Company, con más de 150.000 abonados, adquirió las patentes de **Thomas Alva Edison** del micrófono de

carbón, que posibilitó llamadas a larga distancia.



Tivadar Puskás

Pronto se vio la necesidad de concentrar los bucles de los abonados en una centralita. El húngaro **Tivadar Puskás**, en colaboración con Edison, diseña un prototipo de centralita telefónica que se instala por primera vez en Boston en 1878.

Almon Brown  
Strowger

Asegurar que la llamada originada alcanzase su destino condujo a la automatización del proceso. En 1891, **Almon Brown Strowger** fue capaz de poner en servicio la primera central automática del mundo en Indiana (EE. UU.).

En 1909, el sueco **Alex Hultman** propuso introducir mejoras en el sistema Rotary (selectores de giro y salto) de la Western Electric y trasladó sus ideas al ingeniero de LM Ericsson, Knut Kaell, para construir un selector polar (de giro y penetración) con 500 puntos. En 1923 se pone en servicio la primera central con 5.000 líneas AGF-500 en Rotterdam (Países Bajos).

En 1919, el ingeniero sueco **Gotthilf Ansgarius Betulander** y el ingeniero de LM Ericsson **Nils Palmgren** presentaron la solicitud de patente de un selector de barras cruzadas (*crossbar*). La primera central de conmutación *crossbar* fue instalada por la operadora Televerket y puesta en servicio en 1926.

Entonces surgió la necesidad de dimensionar la red de enlaces y elementos internos en cada central optimizando los circuitos y órganos necesarios para que una llamada saliente pudiera progresar hacia su destino a través de la red jerarquizada. El matemático, estadístico e ingeniero **Agner Krarup Erlang** desarrolló una fórmula para el cálculo de congestión y tiempos de espera que fue, de inmediato, utilizada por la mayoría de las compañías telefónicas.



Agner Krarup Erlang



*Temistocle Calzecchi Onesti*

En 1887, el alemán **Heinrich Rudolf Hertz** logró demostrar la propagación de la acción electromagnética en el espacio. En 1884, el italiano **Temistocle Calzecchi Onesti** construyó un dispositivo que el físico inglés Oliver Joseph Lodge denominó *coherer* (cohesor) y que fue utilizado por Guglielmo Marconi en su primer y rudimentario dispositivo para la recepción y transmisión de sonidos a distancia en su primer aparato de telegrafía sin hilos (TSH).



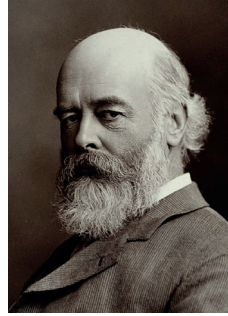
*Heinrich Rudolf Hertz*



*Aleksandr Stepánovich Popov*

En 1897, **Aleksandr Stepánovich Popov** experimentó que la sensibilidad del aparato cohesor crecía al unirlo a un hilo conductor que dejó suspendido en una cometa. De este modo nació la primera antena. El tipo de receptor de radio inventado por Popov permitió al italiano Marconi poner en marcha su sistema

de radio. La historia ha dado la fama y el prestigio de este invento a Marconi, quien supo aprovechar mejor que nadie las dimensiones de su nuevo invento.



*Oliver Lodge*

En 1898, **Oliver Joseph Lodge** solicitó una patente para la «sintonización sintónica» que posibilitaba que determinadas frecuencias se pudieran utilizar por el transmisor y receptor en un sistema de comunicación inalámbrica. La

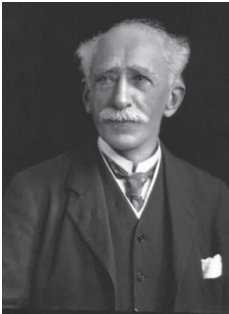
Compañía Marconi le compró la patente y lo nombró asesor científico honorífico. Lodge fue, además, la primera persona en transmitir, durante una conferencia, una señal de radio.



*Guglielmo Marconi*

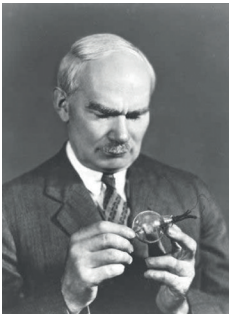
Bolonia, 1894: **Guglielmo Giovanni Maria Marconi** construyó un emisor basado en el modelo creado por Hertz y un receptor inspirado en el efecto descubierto por el francés Édouard Branly, utilizando antenas verticales. Logró que su transmisor cubriera una distancia

de 2 km. Con su primo, Henry Jameson Davis, creó la Wireless Telegraph and Signal Company, Ltd. Más tarde los objetivos de la compañía derivarían hacia la explotación comercial de la radio, y en 1900 la compañía pasó a denominarse Marconi's Wireless Telegraph Company, Ltd. En 1901 transmitió la letra S del código de telegrafía morse desde Poldhu (Cornualles), captada en San Juan de Terranova (3.400 km a través del océano Atlántico).



*John Ambrose  
Fleming*

Pronto iba a producirse un nuevo salto tecnológico con la válvula diodo del ingeniero inglés **John Ambrose Fleming**. Basándose en el «Efecto Edison», dedujo que si se aplicaba una corriente alterna entre el filamento y la placa, esta corriente se convertiría en continua. Así nació una nueva tecnología: la electrónica. El diodo de Fleming fue también el diseño básico de válvula termoiónica que empleó posteriormente **Lee de Forest**, quien en 1907 patentó la válvula termoiónica denominada inicialmente como «auditrón» y hoy conocida como «triodo». Se le considera el padre de la radio.



*Lee de Forest*

«triodo». Se le considera el padre de la radio.



*Edwin Howard  
Armstrong*

El ingeniero estadounidense **Edwin Howard Armstrong** estudió todas las características eléctricas del triodo. Durante la primera guerra mundial desarrolló el receptor superheterodino, en el que se basan el 99 % de los receptores de radio y televisión de todo el mundo.



*Alexander Meissner*

**Alexander Meissner**, que trabajaba para Telefunken, mejoró el diseño de las antenas de onda larga y diseñó circuitos de nuevos tubos de vacío y de sistemas de amplificación. Perfeccionó el diseño del principio heterodino para la recepción de radio. En 1912, un

consorcio integrado por AEG, Siemens & Halske, Telefunken y Feiten & Guillaume adquiere un buen número de las 200 patentes registrados por Meissner quien, en 1913, descubrió el principio de realimentación positiva y su aplicación en tubos de vacío. Coinventó el oscilador electrónico, que fue la base de la transmisión de radio en 1920.



*David Sarnoff*

La radio encontró en **David Sarnoff** un excepcional empresario que contribuyó a su consolidación. Fue el primero en usar la radio en el ferrocarril, emitir música desde la estación de radio de Wanamaker y operar telefonía sin hilos de larga distancia. La adquisición de

Marconi's Wireless Telegraph Co. of America por General Electric supuso el ascenso de Sarnoff a las más altas instancias de la industria de las comunicaciones electrónicas. En 1921 consiguió la retransmisión del combate de pesos pesados con un cuarto de millón de oyentes. Había nacido la radiodifusión.

## Las tecnologías que cambiaron la historia

### XX



Leo Crawford Young



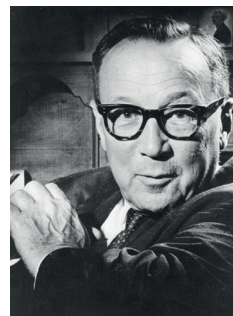
Albert Hoyt Taylor

---

La telecomunicación ha contribuido hasta ahora a comunicar y entretener, pero las dos grandes guerras requieren que se encuentre un sistema de RAdio Detection And RangÍng (RADAR). **Albert Hoyt Taylor** y **Leo Crawford Young** lo logran para EE. UU. En 1930, Young coordinó un proyecto de investigación para la detección de una aeronave por medio de ondas de radio reflejadas y cuatro años más tarde dirigió la investigación que posibilitó el desarrollo del primer sistema utilizando impulsos de radio para determinar el rango de objetos estacionarios o móviles.

---

En 1933, la Alemania nazi proclamaba que poseía un «rayo de la muerte» que, mediante ondas de radio, era capaz de destruir objetivos en el Reino Unido. El Ministerio del Aire encargó al escocés **Robert Alexander Watson-Watt** una respuesta a esta amenaza. En 1935 tuvo lugar el llamado «experimento Daventry», con la detección de un bombardero por medio de dos antenas situadas a 10 km de la antena de onda corta de la BBC de Daventry. Sus investigaciones hicieron del radar un instrumento esencial de los aliados para la victoria final.



R. A. Watson-Watt

En 1929, **Karl Jansky** construye una antena giratoria que empleaba veinte minutos en explorar el cielo y que le permite descubrir que había perturbaciones estáticas que no procedían de nuestro Sistema Solar, sino del centro de nuestra galaxia. Se le considera el padre de la radioastronomía.



Grote Reber

---

En 1933, **Grote Reber** conoció el trabajo de Jansky y en 1937 construyó su propio radiotelescopio. En 1944, publicó el primer mapa de radio de la Vía Láctea.

---



John Daniel Kraus

---

**John Daniel Kraus**, del equipo de investigación de física nuclear de la Universidad de Michigan, participó en el diseño y montaje del más potente acelerador de partículas del mundo. En 1946 inventó la antena helicoidal, clave en el desarrollo de las comunicaciones

espaciales. Su invento fue usado por millones de personas para la recepción de televisión.

---



Paul Julius Gottlieb  
Nipkow

El primer paso de la televisión moderna lo dio **Paul Julius Gottlieb Nipkow** quien, en Berlín, experimentó con un sistema de visión a distancia (*Elektrisches Teleskop*), un rudimentario sistema de televisión. A principios de 1884 solicitó una patente para un sistema que

utilizaba un disco perforado por 24 aperturas en forma de espiral. El disco de Nipkow fue adoptado por muchos experimentadores de la televisión hasta que aparecieron los sistemas de televisión electrónica.



John Logie Baird

El ingeniero escocés **John Logie Baird** estaba convencido de que era posible enviar imágenes a través de ondas de radio y en 1924 construyó un aparato mecánico con el que logró transmitir, a más de tres metros de distancia, la silueta parpadeante de una

cruz de Malta. Sería el primero en transmitir imágenes de objetos en movimiento. En 1929, la compañía de Baird suministró a la BBC el primer programa con imágenes de 30 líneas. Tres años más tarde, Baird y sus técnicos instalan emisoras de televisión en París, Berlín, Roma, Londres y Moscú. A fin de aumentar la resolución, desarrolló un sistema mecánico de 240 líneas que fue adoptado experimentalmente por la BBC hasta que fue sustituido por el sistema de 405 líneas de barrido electrónico.

En agosto de 1942, Baird realiza la primera demostración pública de un tubo electrónico en color (tonalidades). Ese mismo año, los laboratorios Bell de New Jersey exhiben una pantalla de televisión de 2.500 elementos de imagen, formada por una trama de 50 columnas de 50 lámparas de neón cada una que permite mostrar imágenes de gran formato en movimiento.

Por su parte, la administración alemana de Correos trabaja en un sistema de emisión de televisión basado en su sistema electromecánico (el *fernkin*), con el que se retransmitieron los Juegos Olímpicos de 1936 en Berlín. La red de televisión por cable de Alemania, primera en servicio en el mundo, se mantuvo en funcionamiento hasta 1944.



Vladimir K. Zworykin

El ingeniero ruso pero estadounidense por nacionalización **Vladimir Kosma Zworykin** desarrolla, en 1923, dos tubos de imagen para la formación y recepción de imágenes de televisión a los que llamó respectivamente «iconoscopio» y

«kinetoscopio». Los modernos tubos de los receptores de televisión se basan en el kinetoscopio. Zworykin desarrolló también un sistema de televisión en color que patentó en 1928.



Walter Schottky

En Alemania, **Walter Schottky** pudo comprobar experimentalmente su ley del flujo de electrones que atraviesan los tubos electrónicos, o ecuación de Schottky, en 1913, y dos años más tarde inventó el tetrodo. Sienta las bases tanto de la física de los

semiconductores como de la electrónica.



Allen B. DuMont

**Allen Balcom DuMont** desarrolló un tubo de rayos catódicos más barato que duraba miles de horas frente a los tubos alemanes, que se agotaban a las 30 horas. DuMont inventó también el llamado «ojo mágico», indicador de sintonía basado en un tubo de rayos catódicos. En 1931 montó en

el garaje de su casa los DuMont Labs, que fabricaron el primer televisor doméstico que se puso en el mercado en 1939.



Alec Harley Reeves

Para minimizar los efectos que introducían las condiciones de propagación en la calidad de las comunicaciones por radio, el inglés **Alec Harley Reeves** tuvo la idea de efectuar un muestreo de las señales analógicas y de recomponerlas con un mínimo de distorsión

a partir de dichas muestras. Así, en las transmisiones de voz, las amplitudes de las muestras de la señal analógica serían codificadas convirtiéndolas en números binarios que se podrían transmitir como una serie de impulsos todo/nada. Era una transmisión digital, diferente a la analógica que se venía empleando. Presenta su patente de Modulación de Impulsos Codificados en 1937.



Charles Kuen Kao

En la década de 1960, la creciente demanda en los servicios de telecomunicaciones requería mayor capacidad en los sistemas. **Charles Kuen Kao**, desde el centro de investigación de Standard Telephones & Cables (STC) creía que la solución podría encontrarse subiendo

el espectro hasta las frecuencias ópticas. Kao y George Hockham veían la necesidad de sustituir el cobre por el vidrio como el portador adecuado. En 1963, Peter Selway recibió unas especificaciones muy precisas de Kao, que calculó que la fibra podría reemplazar al cobre si la atenuación fuese inferior a 20 db/km. En 1970, la empresa Corning Glass demostró que una guía de onda de sílice fundido tenía unas pérdidas de solo 17 db/km y pudo fabricar bobinas de 100 m, con lo que la producción industrial estaba asegurada.



Martin Cooper

**Martin Cooper** entró a trabajar en Motorola Inc., en la división de radios portátiles para la policía. Durante diez años estuvo desarrollando el proyecto DynaTAC 8000X y, en 1973, realizó la primera llamada desde un teléfono móvil en una

calle de Nueva York, precisamente a su mayor rival, Joel Engel, de los laboratorios Bell de AT&T.

En 1983, Cooper abandonó Motorola para crear su propia compañía, y tres años más tarde funda ArrayComm, dedicada a la tecnología de antenas especiales y de banda ancha a fin de proveer acceso a Internet a los usuarios de teléfonos móviles. Registró 420 patentes y aplicaciones, entre ellas el sistema de banda ancha inalámbrica *iBurst*.

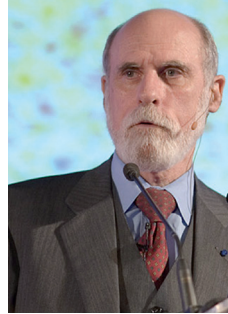


Robert Elliot Kahn

Durante una ausencia programada del Massachusetts Institute of Technology (MIT), **Robert Elliot Kahn** se unió a Bolt Beranek and Newman (BBN), donde fue responsable del diseño general de ARPANET, la primera red de conmutación

de paquetes. En 1972 se trasladó a DARPA, y en octubre de ese año presentó ARPANET con Vinton Cerf, una red de redes.

A finales de la década de 1980, Internet comenzó su transición desde el campo militar para convertirse en una oportunidad comercial y Vinton Cerf se unió a MCI, donde desarrolló el primer servicio comercial de correo electrónico conectado a Internet, MCI Mail.



Vinton Gray Cerf

Considerado uno de los padres de Internet, **Vinton Gray Cerf**, a principios de la década de 1970 trabajó como gerente en la Agencia de Proyectos Avanzados de Defensa de Estados Unidos (DARPA), lideró diversos proyectos de conmutación de paquetes de ARPANET

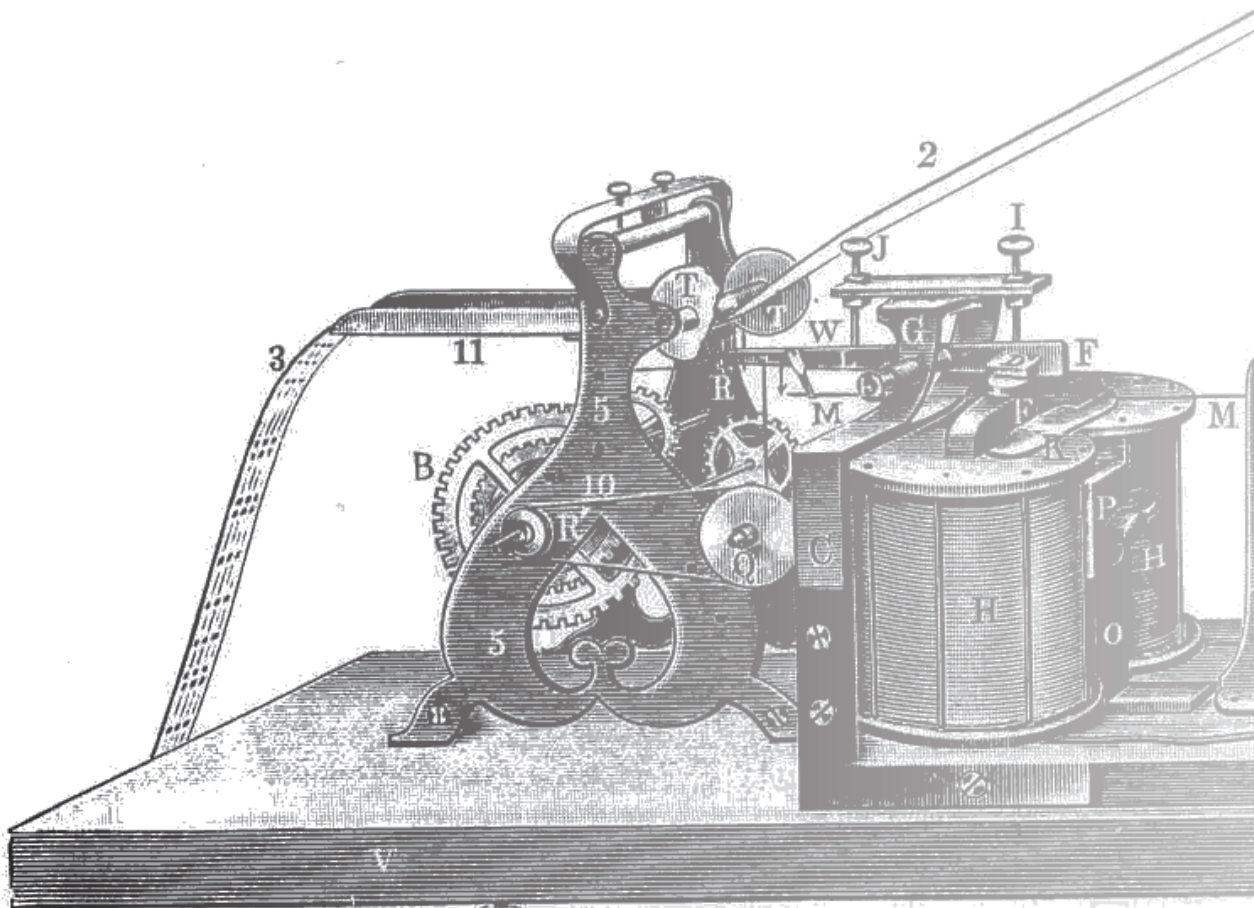
que posibilitaron la interconexión de ordenadores gracias al diseño del conjunto de protocolos conocidos hoy como TCP/IP, presentados en 1972 por Vinton Cerf y Robert Kahn, e interconectó 40 ordenadores.



Tim Berners-Lee

El científico británico **Timothy John Berners-Lee** es conocido por ser el padre de la World Wide Web (WWW). Estableció la primera comunicación entre un «cliente» y un «servidor» mediante el protocolo HTTP en noviembre de 1989. En 1994 fundó el Consorcio

de la World Wide Web (W3C) con sede en el MIT, para supervisar y estandarizar el desarrollo de las tecnologías sobre las que se fundamenta la red y que permiten el funcionamiento de Internet.



# Capítulo 1

## Telegrafía

*Del código de señales al telegrama*



### Introducción

Deberíamos preguntarnos qué habría sido de la humanidad si no hubiéramos aprendido a servirnos de la palabra y los gestos para comunicar nuestros pensamientos a nuestro entorno más próximo.

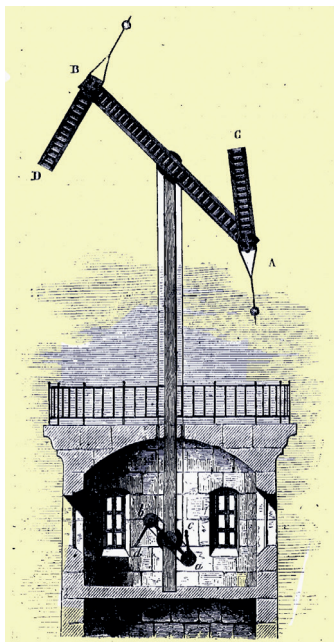
Cuando se inventó la escritura, enseguida fue posible comunicar a distancia en el espacio y el tiempo a través de inscripciones en piedras, arcilla, metales, maderas o pergaminos.

No obstante, estos primitivos medios de comunicación quedaron durante milenios en manos de eruditos o gobernantes, a la vez que la velocidad con la que se transmitía la información/noticias era la de un corredor, que apenas alcanzaba los 15 km/h.

Para mejorar estas posibilidades, ya en tiempos de griegos y romanos se recurrió al uso del fuego, a los «tam-tam» africanos o a las palomas mensajeras. Pero hay que llegar a los descubrimientos de las leyes de la óptica y de la electricidad para transmitir señales rápidamente y a grandes distancias.

Corresponde al gran físico y astrónomo inglés Robert Hooke (1635-1703) exponer en un discurso, pronunciado en 1684 en la Royal Society de Londres, las posibilidades de la telegrafía óptica.

**Figura 1.1 Telégrafo óptico de Chappe**



Un siglo después, el brillante ingeniero francés Claude Chappe (1763-1805) toma el testigo de estas primeras experiencias, poniendo en práctica un sistema capaz de transmitir mensajes a lo largo y ancho del territorio francés.

El descubrimiento de la electricidad trajo consigo numerosos adelantos tecnológicos, y el telégrafo eléctrico (un aparato que envía y recibe señales eléctricas mediante un código para establecer comunicación con otro aparato telegráfico) fue uno de ellos.

En 1852, el sistema Chappe fue reemplazado por el telégrafo eléctrico, y Francia dispuso de una red de más de 556 estaciones que cubrían una distancia total de 4.800 km.

Entre 1790 y 1795, Francia, en plena revolución, necesitaba comunicaciones rápidas y seguras, ya que el país estaba cercado por las fuerzas aliadas de Inglaterra, Países Bajos, Prusia, Austria y España, por lo que Chappe prosigue sus experiencias instalando en la famosa plaza de l'Etoile, en París, un sistema que fue destruido por los revolucionarios, temerosos de que sirviera para comunicarse con el ya prisionero Luis XVI.

En 1794, y a iniciativa de lord George Murray, se propone al Almirantazgo un sistema telegráfico óptico que requieren la construcción de una serie de estaciones entre Londres y Deal, junto con otras líneas como Portsmouth, con una serie de torres que todavía se siguen denominando *Telegraph Hill*.

En Estados Unidos, los primeros telégrafos ópticos se construyeron en 1800, instalándose una línea de 104 km entre Martha's Vineyard y Boston.

El tipo de señalización utilizado se sigue usando en nuestros días en la Armada mediante el uso de banderas en diversas posiciones sostenidas por los brazos de los marines.

Con la llegada del «hada de la electricidad», rápidamente se reemplazan las señales visuales. El 17 de febrero de 1753, una memorable carta firmada con las iniciales C. M. proponía en *The Scots Magazine*, instalar «una serie de hilos de un número igual al de las letras del alfabeto, hilos que deben de tirarse horizontalmente entre dos puntos dados, separados entre ellos por una pulgada», explicando con mucho detalle cómo deben conectarse estos hilos a una máquina electrostática cuando se quiera señalar una letra determinada. En realidad, nuestro misterioso C. M. estaba describiendo los elementos fundamentales de la telegrafía eléctrica: una fuente de electricidad, la manipulación necesaria para el tratamiento de la información, el hilo conductor y el mecanismo de recepción que permite leer el mensaje.

En 1787, el español Agustín de Betancourt efectuó pruebas de transmisión entre Madrid y Aranjuez con ayuda de la electricidad estática suministradas por botellas de Leyden, para mensajes destinados a la familia real.

Las experiencias fundamentales que permitieron desarrollar internacionalmente el telégrafo eléctrico se deben a Alessandro Volta y Luigi Galvani, utilizando una nueva fuente de energía voltaica obtenida mediante la descomposición electrolítica del agua en sus dos componentes gaseosos, el oxígeno y el hidrógeno.

El físico norteamericano Dyle empleó, en 1828, un sistema de un solo hilo que utilizaba papel de tornasol como indicador de señales, sistema que se utilizó en las carreras de caballos de Long Island (Estado de Nueva York).

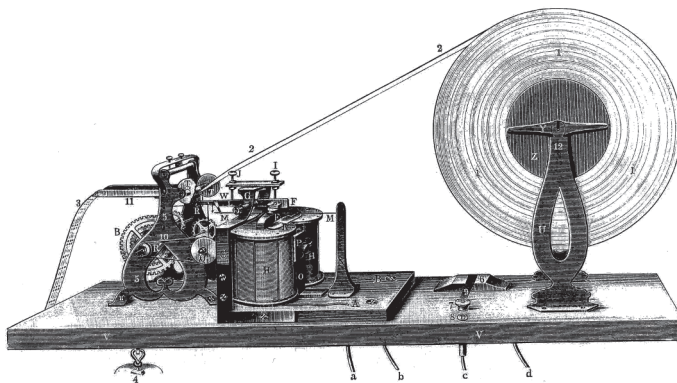
Si bien a mediados del siglo XVIII ya se había demostrado que la electricidad podía transmitirse a través de un alambre conductor de longitud considerable, a nadie se le ocurrió que este hallazgo proporcionase un medio para la rápida transmisión de señales. Los primeros equipos eléctricos para transmisión telegráfica fueron inventados casi simultáneamente por el estadounidense Samuel F. B. Morse en 1836, y al año siguiente por el físico inglés Charles Wheatstone, en colaboración con el ingeniero sir William F. Cooke, si bien en 1833 Gauss y Weber habían construido en Gotinga un primer telégrafo electromagnético de poca utilidad práctica.

El desarrollo del telégrafo, en sus inicios, estuvo muy ligado al del ferrocarril, utilizándose sus trazados para la construcción de las primeras líneas, tanto en Inglaterra como en EE. UU. Es evidente la ventaja que suponía para la vigilancia y el mantenimiento de las líneas telegráficas el hecho de que estas fueran a lo largo de los trazados del ferrocarril, además de servir para intercambiar mensajes de servicio entre ellas.

Así, en 1837, Cooke y Wheatstone presentaron un telégrafo de aguja a la nueva compañía de ferrocarriles Londres-Birmingham, pero no resultó demasiado convincente. Una vez perfeccionado (sistema de dos agujas, más económico en su uso por necesitar menor cantidad de alambres), se acepta y queda fuertemente implantado en los ferrocarriles ingleses y, tras patentarlo, en 1846 crearon la primera compañía de telecomunicaciones del planeta: British Telecom.

El otro gran pionero es Samuel F. B. Morse (1791-1872), que utiliza los electroimanes como elementos activos para el telégrafo, al mover una pluma o un lápiz que permitiera dejar una traza sobre el papel por el que se desplazaba. Perfeccionado el sistema, Morse elabora su famoso código, en el que combinaciones de signos muy simples corresponden a las letras del alfabeto, números e instrucciones básicas.

**Figura 1.2 Receptor de Morse, modelo del año 1846, empleado en Estados Unidos**



El telégrafo, frente a otros sistemas de comunicación como el correo, tenía la ventaja de enviar mensajes de texto cortos a gran velocidad, de una manera casi instantánea y, durante la época en que se mantuvo operativo, sustituyó en no pocas ocasiones al correo postal. Más tarde, el desarrollo tecnológico ha permitido la creación de telégrafos muy eficaces y aparatos cada vez más avanzados, como el télex, que se han usado durante muchas decenas de años, y el fax, que se sigue utilizando en ocasiones, aunque pocas, pues lo han sustituido otros medios.

A mediados del siglo XIX, los estados se dan cuenta de que el telégrafo es un medio eficaz para centralizar el poder y la acción del gobierno, pero se encuentran con un obstáculo no todavía vencido: el mar. Para poner un cable submarino era necesario aislar debidamente el cable, operación que no queda resuelta hasta 1850 mediante el uso de la «gutta-percha» cuando los hermanos Brett pasan el primer cable submarino entre Inglaterra y Francia con ayuda del remolcador *Goliath*, hazaña completada con los navíos *HMS Agamemnon* y *USS Niagara*, que consiguen tender un cable de 3.240 km a través del océano Atlántico.

En 1858 se celebra en Berna (Suiza) la Conferencia de la Unión Telegráfica que regula las tarifas telegráficas en la mayor parte de los países europeos, y siete años después ya hay 500.000 km de líneas, que pasan a ser 7 millones en 1913, habiéndose expedido más de 500 millones de telegramas ese año.

Thomas A. Edison desarrolla, en 1874, técnicas que permiten transmitir varios mensajes simultáneamente por el mismo hilo, conocidas como «cuádruplex».

En 1865 se celebra en París la primera Conferencia Telegráfica Internacional. La Unión Telegráfica continúa reuniéndose periódicamente: en 1868, en Viena; en 1875, en San Petersburgo; en 1879, en Londres; en 1885, en Berlín; en 1890, en París; en 1896, en Budapest; en 1903, de nuevo en Londres; y en 1908, en Lisboa. En esa fecha, la Unión tiene 52 miembros y 25 compañías operadoras, manteniendo su sede en Berna durante más de ochenta años, hasta que, en 1948, se transforma en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que lleva su sede a Ginebra, donde permanece.

**Figura 1.3 Telegrama fechado en Cuba en 1877**



En 1915, con motivo del 50 aniversario de su creación, en plena guerra mundial se publica una breve historia de la Unión Telegráfica Internacional, con la inauguración de un monumento en el que se puede leer: «LAS ALMAS DE LOS PUEBLOS SE REÚNEN POR LA UNIÓN TELEGRÁFICA».

Hoy en día, en su 150 aniversario (celebrado en 2015), la UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Se fundamenta en el principio de cooperación internacional entre los gobiernos de los 193 estados miembros, organismos reguladores, instituciones académicas y 700 entidades privadas del sector que agrupa y se constituye en el principal foro mundial en materia de TIC. La institución se ocupa de gestionar la atribución del espectro radioeléctrico y las órbitas satelitales, elabora normas técnicas para garantizar la interconexión de las redes y tecnologías y vela por el acceso a las comunicaciones de todos los habitantes del planeta.

## Definiciones (RAE)

### **Telegrafía**

(De *tele-* y *-grafía*).

1. f. Arte de construir, instalar y manejar los telégrafos.
2. f. Servicio público de comunicaciones telegráficas.

### **Telégrafo**

(De *tele-* y *-grafo*).

1. m. Conjunto de aparatos que sirven para transmitir despachos con rapidez y a distancia.
2. m. pl. Administración de la que depende este sistema de comunicación.

~ marino.

1. m. Sistema de comunicación mediante combinaciones de banderas u otras señales, hechas con arreglo a una clave, que se usa para comunicarse en el mar.

~ óptico.

1. m. Telégrafo que funciona por medio de señales que se ven desde lejos y se repiten de estación en estación.

~ sin hilos.

1. m. Telégrafo eléctrico en que las señales se transmiten por medio de las ondas hercianas, sin necesidad de conductores entre una estación y otra.

## Los albores de las comunicaciones

El hombre siempre ha sentido la necesidad de las telecomunicaciones. Por medio de la luz y el sonido, se podían comunicar a ciertas distancias. Solamente el fuego por el día o por la noche permitía alcanzar mayores distancias, pero la capacidad de información que se podía transmitir era muy pequeña y, además, de manera lenta.

En el siglo XII a. C., en la tragedia *Agamenón*, Esquilo utilizaba este sistema para que su esposa recibiera noticias de la toma de Troya: «Una hoguera de fuego en relevos, envía el empuje viajero del fuego de una montaña a otra: del Ida al monte de Hermes, desde allí hasta Atos, consagrado a Zeus, del Macisto hasta los riscos del Citerón, despertando otro relevo de fuegos mensajero que llega a la cima del Aracne...».

## Los telégrafos de humo

Ya en el siglo II a. C., los romanos utilizaban señales de humo para la transmisión de mensajes y disponían de telégrafos de humo cubriendo una longitud total de 4.500 km, que se usaban para señalización militar. La red de estos telégrafos constaba de torres localizadas dentro de un rango visible desde donde se enviaban señales ópticas y señales de humo combinadas para transmitir información. De noche, se utilizaban hogueras, antorchas o faroles para transmitir mensajes a larga distancia.

## Señales militares en Castilla

El nacimiento del rey Juan II de Castilla (que se produjo en Toro el 6 de marzo de 1405) fue comunicado a su padre mediante un sistema de ahumadas, que estableció el primer código de señales que se conoce. Es un código rudimentario que se utilizó para comunicaciones marítimas que aparece en el *Código de las Partidas* de Alfonso X el Sabio, consistente en la utilización del farol, el pendón real, las banderas e incluso, en algunas circunstancias, la trompeta.

Dando un salto en la historia, en la Conferencia Internacional de Washington de 1927 se estableció el Código Internacional de Señales que sigue vigente.

## Los avances de la óptica

La construcción de las primeras lentes se remonta al siglo XIV, si bien hay que esperar a 1590 cuando Zacarías Jansen inventa un anteojito que daría lugar, un siglo después, a que Amontous utilice el catalejo para observar las señales a larga distancia.

Los sistemas de telegrafía óptica consistían en torres o estaciones espaciadas a intervalos regulares. Estas torres disponían de ingenios móviles de gran tamaño y visibles desde las torres más próximas. Cada uno de estos ingenios podía adoptar cierto número de posiciones y cada posición equivalía a un número o letra. De esta manera se podía transmitir un mensaje complejo de torre a torre a lo largo de grandes distancias, aunque eso llevaba su tiempo.

## El heliógrafo

El heliógrafo (de *helio* y *grafo*) es un aparato para hacer señales telegráficas por medio de la reflexión de los rayos del Sol en un espejo móvil, o mediante la interposición de una persiana cuya apertura o cierre hace que los rayos del sol lleguen y se reflejen en el espejo o no. En los barcos aún se utilizan semáforos ópticos para mandar señales.

## Los orígenes de la telegrafía óptica

En 1792, el francés Claude Chappe inventa un sistema de señales ópticas para enviar mensajes. Nace la telegrafía óptica, presentada a la Convención en 1792. Dos años después, el 2 de Themidor de 1794

(19 de julio), la Convención recibe el primer telegrama de la historia, en cuyo texto se anunciaba la toma de las plazas fuertes de Landrecies y Condé por parte del ejército republicano francés, en poder de las tropas austriacas. Con ese sistema se transmite el primer telegrama desde Lille a París a través de una línea telegráfica de 230 km montada sobre veintidós torres, la última ubicada en la cúpula del Museo del Louvre. El problema que presenta es que la visibilidad dependía de si era de día o de noche y de las inclemencias del tiempo, algo que no sucede con el telégrafo eléctrico, que puede estar en servicio las 24 horas.

Su dispositivo de codificación permitía 92 combinaciones, cada una correspondiente a una sílaba. Este sistema evolucionó hacia un diccionario de 92 páginas de 92 palabras cada una, lo que permitía un total de 8.464 palabras. Para identificarlas, bastaba con dos signos: uno que identificaba la página y otro la palabra dentro de ella.

### El telégrafo óptico de lord Murray

En otoño de 1794, las informaciones del invento de Claude Chappe llegan a Inglaterra, incitando a George Murray a proponer al Almirantazgo británico un sistema telegráfico visual mediante la instalación en la cumbre de cada torre de un panel de madera perforado por seis grandes orificios circulares, a modo de semáforos, que podían ser obturados por persianas de madera.

El mecanismo de funcionamiento era muy sencillo. Cuando las seis ventanas dispuestas en dos columnas de tres estaban abiertas, no había nada que transmitir: cuando todas estaban cerradas, significaba que el sistema se iba a poner en marcha y así la estación siguiente se preparaba para la recepción. Se establecieron una quincena de estaciones entre Londres y Deal, por un coste aproximado de 4.000 libras.

### Breve explicación del alfabeto

Una vez presentada la estación con las seis ventanas cerradas, la primera ventana abierta correspondía a la *A*, la segunda a la *B*... y la sexta a la *F*. Estas letras se conocían como «primera serie». Para la segunda serie, la posición de partida era como la letra *A*, en la que todas las ventanas están abiertas, pero el cierre de la primera ventana representaba la *G*, y así sucesivamente.

### El telégrafo de Betancourt

Durante su primera estancia en Inglaterra, el científico y militar español, nacido en las islas Canarias, Agustín de Betancourt, tuvo la oportunidad de observar la importante expansión del telégrafo óptico por todo el país, con la puesta en servicio de una línea entre Londres y Deal. Mientras tanto, en su país vecino, Francia, Chappe realiza ensayos con un prototipo entre Lille y París (ciudades separadas por unos 220 km) con relativo éxito, pero como los resultados observados en ambos países no resultaron muy satisfactorios, Abraham Louis Breguet —famoso relojero y físico suizo, amigo y socio de Betancourt—, y él mismo, presentan un modelo propio. Con anterioridad, Betancourt había trabajado en sistemas de comunicación eléctrica, pero el escaso desarrollo de la electricidad en esos años —la pila

aún no se había inventado y la botella de Leyden era el único dispositivo para almacenar energía eléctrica, aunque con poca capacidad— hizo inviables los repetidos intentos del ingeniero tinerfeño para alcanzar resultados satisfactorios con un telégrafo eléctrico, por lo que acabó decantándose por el óptico, lento aunque de probados resultados.

Tras estudiarlo y, aunque en 1796 la Academia de Ciencias de París emitió un informe favorable, y a pesar de las ventajas del nuevo telégrafo, este no logró imponerse sobre el de Chappe. Tras esta desilusión o fracaso, en 1798 Betancourt regresó a Madrid y se hizo cargo de la construcción de una línea de telegrafía óptica que enlazaba Madrid con Aranjuez, ciudad en la que se encontraba el palacio residencia de invierno de los Reyes, y que posteriormente, si tenía éxito, se extendería hasta Cádiz, lo que no llegó a suceder por diversos motivos, tanto económicos como políticos.

## Telégrafo óptico: el *e-mail* del siglo XVIII

Un operador entrenado podía «leer» unos 3 o 4 símbolos por minuto y transmitirlos a la torre siguiente. Un mensaje podía recorrer unos 1.400 kilómetros en una hora (mucho más que la velocidad media de un avión), una velocidad enorme hace tres siglos, lo que supuso una revolución en las comunicaciones.

## La influencia de la pila voltaica

El 20 de marzo de 1800, Alessandro Volta, físico italiano nacido en 1745, presenta su modelo de pila. La aparición de la pila voltaica (recibió este nombre en su honor), que proporcionaba una fuente de energía continua eficaz, facilitó la práctica de la telegrafía eléctrica y otros experimentos relacionados con la electricidad, muy populares en su época. Con el empleo de las pilas eléctricas se disponía de un medio adecuado para transmitir fuertes señales, de varios voltios si se colocaban en serie, pero los medios para recibirla todavía eran tan primitivos —el inventor español Francisco Salvá llegó a su-gerir que utilizasen las sacudidas que podía experimentar el operador— que los mensajes solo se podían transmitir de una forma muy lenta debida a las limitaciones de los receptores, de tipo electromecánico, complicados de fabricar y de operar.

Este obstáculo pudo, por fin, ser superado cuando se estableció la estrecha relación existente entre la electricidad y el magnetismo (electromagnetismo). El descubrimiento de que una corriente eléctrica circulando a través de un hilo conductor que formase una bobina podía provocar movimiento en un imán de pequeñas dimensiones que estuviera cerca fue un acontecimiento de gran importancia para la telegrafía y atrajo la atención de todos los científicos que investigaban en su desarrollo.

## Las innovaciones del siglo XIX

En 1795, el español Francisco Salvá y Campillo presenta a la Academia de Ciencias de Barcelona su *Memoria de la electricidad aplicada a la telegrafía*.

En 1827, Georg Simon Ohms establece una ley que relaciona la tensión eléctrica (V) entre dos puntos de un circuito, la intensidad de la corriente (I) y su resistencia (R), conocida como la ley de Ohms:  $V = I \times R$ .

En 1831, el científico Michael Faraday descubre la inducción electromagnética, que permitió producir la energía eléctrica por medio de la dinamo.

Samuel Morse patenta, el 28 de febrero de 1837, un aparato electromagnético con un emisor y receptor de señales a través de un único cable. El retorno de la señal se hacía por tierra, con lo cual se ahorra el tendido de un hilo. Para su utilización concibió, además, un sistema codificado de señales basado en puntos y rayas, conocido como sistema morse de transmisión, que aún hoy se sigue utilizando en algunos casos.

En 1851 entra en servicio el primer cable submarino internacional entre Dover y Calais, y en 1859 se tiende el primer cable submarino español entre Tarifa y Ceuta con motivo de la guerra con Marruecos: Diez años después se establece la primera línea submarina intercontinental entre Gran Bretaña y la India.

### Primeras experiencias

Según algunos historiadores, el primer telégrafo eléctrico fue inventado por el médico Francisco Salvá y Campillo, nacido en Barcelona en 1751, quien, antes de la invención de las pilas, logró telegrafiar una parte mediante las descargas de un condensador (almacén de electricidad entre sus placas).

A este primer ensayo siguió el de un aparato construido por Samuel Sömmerring en 1809, en el cual se descomponía el agua por la acción de la corriente suministrada por una batería. Por cada letra del alfabeto había una línea especial cuyo extremo, en el lado de recepción, pasaba por el fondo de una vasija de vidrio llena de agua acidulada, en la que se generaban burbujas de gas, y el circuito de la batería se cerraba por la línea en el extremo correspondiente a la transmisión. En la práctica, este aparato no llegó a usarse.

En 1828, Harrison Dyar inventó el primer telégrafo de EE. UU., un artefacto que enviaba chispas eléctricas a través de una cinta de papel tratado químicamente para grabar puntos y guiones. Pero las bases para la evolución de las comunicaciones electrónicas a gran escala se asentaron en 1825 con la creación del electroimán por parte de William Sturgeon (que era un núcleo de hierro dulce rodeado por una bobina de hilo conductor).

En 1833, Gauss y Weber construyeron su telégrafo electromagnético en la Universidad de Gotinga (Alemania), y se utilizó durante años para el intercambio de noticias entre el Observatorio y el Gabinete de Física. Se basaba en la desviación de la aguja magnética por la acción de la corriente eléctrica. Como fuente de electricidad emplearon una magneto y, como receptor, un imán sobre el que se arrollaba un alambre fino que se suspendía de manera que girase fácilmente; sus desviaciones debidamente agrupadas, a derecha e izquierda, constituían el alfabeto.

### El telégrafo impresor

En 1837, en el telégrafo impresor indicado por Steinheil se aprovechaban los movimientos de dos agujas magnéticas, en cuyos extremos se fijaban dos pequeños depósitos de tinta para la escritura de letras encima de una tira de papel movida por un aparato de relojería. Este tipo de telégrafo nunca tuvo una realidad práctica.

## El telégrafo de aguja

El primer telégrafo que realmente puede considerarse de «aguja» lo construyó Wheatstone en 1839. Como en la mayoría de artefactos de esta época, su receptor es un aparato de relojería con freno electromagnético que solo permite el movimiento, paso a paso de la aguja sobre una serie de letras y/o números cuando ambos extremos de la palanca de dos brazos de la armadura son atraídos alternativamente por una u otra bobina del electroimán. Como transmisor se emplea un disco metálico, en cuyo borde se alternan dientes conductores con espacios aislantes. Unas escobillas ponen en comunicación de una manera regular uno de los polos de la batería con una u otra de las dos líneas, mientras que el otro polo de la batería está conectado a la tercera línea. Son necesarios tres hilos conductores, frente a uno (retorno por tierra) que requería el sistema de Morse.

Para el funcionamiento del telégrafo de aguja solo es necesaria una débil intensidad de corriente y, por ello es adecuado para emplearse en grandes distancias, con cables de gran longitud, donde no se necesitarían grandes baterías. El galvanómetro de espejo de Thomson, que se usó en los cables transatlánticos, no es más que un telégrafo de aguja muy sensible a las variaciones de corriente.

## Primer mensaje telegráfico eléctrico

«*What hath God wrought*» ('esto es la obra de Dios'): mensaje transmitido por Samuel Morse durante la primera transmisión telegráfica, en la inauguración de la línea de Baltimore a Washington, realizada el 24 de mayo del año 1844.

En 1838 Samuel Morse ya había realizado una demostración pública de su invento. Cinco años después consiguió que el Congreso le financiase con 30.000 dólares la construcción de una línea telegráfica experimental de Washington a Baltimore, ciudades a unas 40 millas (unos 60 km). Seis años más tarde, los miembros del Congreso fueron testigos del envío y recepción de mensajes a través de la línea telegráfica. Morse y sus colaboradores obtuvieron fondos privados de inversores para ampliar su línea a Filadelfia y Nueva York, y se empezó a utilizar el telégrafo en pequeñas empresas, con lo que comenzó un nuevo negocio: la explotación comercial de la telegrafía.

## El primer aparato morse

El aparato de Morse, que se utilizó en 1844 en su primera demostración pública, tenía forma de conmutador eléctrico. Mediante la presión de los dedos sobre un interruptor, permitía el paso de la corriente durante un breve periodo de tiempo y, a continuación, la cortaba al levantarlos. El receptor disponía de un fino puntero entintado, controlado electromagnéticamente, que dibujaba trazos en una delgada cinta de papel enrollada sobre un cilindro que giraba. Los trazos tenían una longitud que dependía de la duración de la corriente eléctrica que circulaba por los cables y presentaban el aspecto de puntos y rayas, estas de triple de valor, equivalentes a la duración de tres puntos, para distinguir una señal de otra.

### Un oído experto

Años después de que Morse hubiera desarrollado su equipo receptor y lo hubiera exhibido de forma satisfactoria, los operadores telegráficos descubrieron que era posible diferenciar entre los puntos y las rayas por el sonido (corto o largo), cayendo en desuso el aparato de registro por sus complicaciones mecánicas.

Un operador suficientemente entrenado podía transmitir entre 40 y 50 palabras por minuto, una velocidad considerable para la época. La transmisión automática, introducida en 1914, ofrecía más del doble de esa cifra.

### El alfabeto morse

Los signos que se usan hoy día no son los que inicialmente indicó su inventor, sino que se han ido modificando poco a poco. Se pretendía que las letras que aparecen en los telegramas con mayor frecuencia se compongan lo más sencillamente posible con los signos elementales punto y raya. Así, por ejemplo, la letra e, la que aparece con más frecuencia en la lengua inglesa, se corresponde con un punto «·» y la letra t, que la sigue, se representa con una raya «—». En otros idiomas, la frecuencia de aparición de las letras puede variar, pero el alfabeto morse siempre ha tenido la voluntad de ser universal.

La longitud de los signos elementales es la acordada en el convenio internacional de telegrafía: «Una raya es igual a tres puntos». La distancia entre los signos que forman una letra es igual a un punto. «El espacio entre dos letras es igual a tres puntos» y «el espacio entre dos palabras es igual a cinco puntos».

### Transmisión de mensajes mediante banderas

El semáforo o sistema de transmisión y recepción de mensajes de forma manual usando banderas de distintos colores y/o dibujos es un método de comunicación visual a corta distancia muy simple. Fundamentalmente lo utilizan las marinas de guerra de diferentes países para comunicarse entre un barco y tierra, entre dos barcos o entre dos puntos fijos en tierra, ya que es muy eficaz y se puede utilizar en diversas condiciones, siempre que haya visibilidad entre los dos puntos en comunicación. Por tanto, este método no podría utilizarse durante la noche o en condiciones de poca o nula visibilidad, como ocurre en caso de niebla intensa.

Habitualmente, para transmitir los mensajes se utilizan dos pequeñas banderas cuadradas, de iguales medidas y con los mismos colores (amarillo y rojo) situados en diagonal. Para representar cada letra, la persona encargada de enviar los mensajes se sitúa de frente al receptor (que puede actuar como transmisor para contestar los mensajes) y mueve ambas banderas con los brazos describiendo círculos.

### Señales de socorro: SOS y MayDay

El mensaje de socorro SOS, tres puntos, tres rayas, tres puntos, es la señal de socorro más utilizada internacionalmente. Su uso se decidió en 1906 durante una conferencia internacional celebrada en Berlín, y fue elegido porque es fácil de telegrafiar e identificar.

Han circulado distintas versiones sobre el significado de las tres letras; por ejemplo, en inglés, *save our souls* ('salven nuestras almas') o *save our selfs* ('salvadnos'). En español, se maneja un insólito «Socorro. ¡Oh! Socorro».

Otra señal de petición de ayuda es MAYDAY, que no viene del inglés «día de mayo» sino del francés *M'aider*, que se traduce como 'ayúdenme'.

Lo de *MayDay* se lo inventó, cogiéndolo del francés, un oficial de radiocomunicaciones inglés (Frederick Stanley) cuando, durante la segunda guerra mundial, necesitaban establecer una llamada única para ingleses, americanos y franceses que luchaban como aliados. Del francés *m'aider* (aunque la expresión correcta sería *aidez moi*, se da por válida), el hombre dedujo *MAI-DAI*, o «día de mayo». Muy curioso.

## Biografía de Samuel Morse

El inventor y pintor estadounidense Samuel Finley Breese Morse, hijo de un clérigo protestante, nació el 27 de abril de 1791 en Charlestown, Massachusetts. Se graduó en la Universidad de Yale en 1810 y falleció en Nueva York el 2 de abril de 1872.

De regreso en barco de un viaje que realizó a Europa en 1832, oyó hablar de la posibilidad de transmitir impulsos eléctricos a través de cables y, desde entonces, compaginó su interés por utilizar este medio para enviar mensajes con su carrera artística como pintor y con una breve incursión en la política municipal neoyorquina.

Como profesor de Bellas Artes en la Universidad de Nueva York, entró en contacto con algunos expertos en electromagnetismo que le pusieron al corriente del estado de la técnica. En 1837 consiguió un socio que le aportó ayuda técnica y financiera para desarrollar un sistema de telégrafo con el que transmitir mensajes en un código de puntos y rayas de su invención (el alfabeto morse). En 1843 consiguió la patente y el Congreso norteamericano aprobó la construcción de la línea experimental entre Washington y Baltimore, por la que en 1844 se transmitieron los primeros mensajes.

## Una rápida evolución

Desde su invención, los diversos sistemas telegráficos se fueron desarrollando en otros países de Europa, no solo en Inglaterra, donde tuvieron una gran aceptación desde el principio. No es de sorprender que, cuando Londres quedó unido con Dover en 1846, Wheatstone sugiriera un cable submarino a través del Canal de la Mancha que uniese la capital del Reino Unido (Londres) con la red europea. Tras un infructuoso intento en 1847 y otro en 1850, un proyecto que fue finalmente llevado a la práctica con éxito en 1851.

En 1866 se logró unir Europa con América, no sin grandes dificultades, gracias a cables submarinos tendidos por el fondo del océano Atlántico. El telégrafo sentó las bases para que décadas después surgiera el teléfono con gran fuerza.

Entre 1854 y 1867 la red telegráfica británica dobló su tamaño. El precio de un mensaje se redujo a la mitad, y se cuadruplicó el volumen de las comunicaciones. Obviamente, también aumentó la oferta de traba-

jo en la producción o utilización de conductores eléctricos, aislantes, baterías e instrumental telegráfico, lo que a su vez creó una fuerte demanda de instrucción en telegrafía e, indirectamente, en electricidad.

En 1861, la compañía Western Union construyó su primera línea telegráfica transcontinental a lo largo de las vías del ferrocarril que unían las costas Este y Oeste de Estados Unidos, cubriendo una distancia de varios miles de kilómetros (se pudo atravesar de Este a Oeste en poco más de una semana, mientras antes se requerían unos seis meses de viaje). En 1881, el sistema postal telegráfico llegó a las zonas rurales por razones económicas, y se fusionó con la Western Union en 1943.

## La aportación de Edison

El desarrollo de la telegrafía fue mejorando a lo largo de los años, conforme evolucionaba la tecnología que le daba soporte. Así, por ejemplo, en 1874, Thomas Edison desarrolló un sistema de telegrafía que le permitía transmitir dos mensajes simultáneamente, en ambos sentidos. La técnica se fue perfeccionando y, en 1915, se implantó la telegrafía múltiple, que permitía el envío simultáneo de ocho o más mensajes. Eso, y la aparición a mediados de la década de 1920 de las máquinas de teletipo, hicieron que poco a poco se abandonase el sistema manual de «interruptor» (*Key*) y que empezaran a utilizarse sistemas inalámbricos de transmisión por ondas para el transporte de las señales, evitando el tendido de líneas, lo que suponía un ahorro de costes y rapidez de despliegue.

## ¿El antecesor de Twitter?

Ya en su primera época, *The Spectator*, una de las mejores publicaciones inglesas, criticaba el telégrafo con estos términos: «Cabe pensar que la difusión constante de declaraciones en pequeños fragmentos acabará deteriorando la inteligencia de todos los que se sienten atraídos por el telégrafo», afirmó.

## La primera cooperación internacional

Los primeros tratados que pretendieron conectar dos redes telegráficas se firmaron el 3 de octubre de 1849 entre Prusia y Austria para garantizar el enlace directo entre Berlín y Viena mediante una línea telegráfica eléctrica, tendida en paralelo con la línea de ferrocarril existente. ¡Los días pares tenían prioridad los telegramas que venían de Austria y, los impares, los de Prusia!

Esta convención dio lugar a la Unión Telegráfica Austro-Húngara, donde el empleo del aparato morse fue oficialmente reconocido y las políticas tarifarias se definieron en función de la distancia.

## La Unión Telegráfica Internacional

El telégrafo se expandió, y los mensajes telegráficos solían enviarse de una a otra nación, por lo que tuvieron que establecerse convenios de cooperación internacional. Así, en las décadas de 1850 y 1860, se firmaron diversos acuerdos y tratados bilaterales (que culminaron con la fundación de la Unión Telegráfica Internacional en 1865).

El éxito de la Unión Austro-Húngara incitó a otros países a seguir el ejemplo: Francia estableció acuerdos bilaterales con Bélgica (1851), Suiza (1852), Cerdeña (1853) y España (1854). Los representantes de estos cinco países se reunieron en París en 1855 para crear la Unión Telegráfica de Europa occidental, definiendo el uso de los idiomas respectivos, aunque incluyendo el inglés a pesar de que Gran Bretaña no formara parte del acuerdo. Las tarifas se redujeron, se abrieron oficinas telegráficas y se prohibieron en los telegramas los contenidos «contrarios a las buenas costumbres y seguridad pública».

En 1861 ya eran once los Estados soberanos que habían firmado la convención y, en 1885, el Gobierno francés decidió convocar para el 1 de marzo de 1865 una importante conferencia que debería definir un sistema telegráfico internacional normalizado. Veinte países aceptaron la invitación. «París bien vale un mensaje.»

## El París de 1865

Europa era en esa época el centro de la política mundial. En Francia gobernaba el emperador Napoleón III y, en Inglaterra, la reina Victoria... Charles Darwin acababa de publicar (1859) *El origen de las especies mediante la selección natural*, que resultó todo un acontecimiento científico. En la biblioteca del British Museum, un hombre de 47 años revisaba las pruebas de un libro que cambiaría el mundo. Se llamaba Karl Marx y el libro *Das Kapital*.

En París se publicaba la tercera obra de un joven Julio Verne, que apenas tenía 37 años: *De la Tierra a la Luna*.

Parece evidente que todo este pequeño cúmulo de acontecimientos no pasaron desapercibidos a los delegados internacionales, por si no se habían sentido deslumbrados por la magnificencia de una ciudad recientemente remodelada por el barón Haussmann.

En ese entorno se celebra la Convención Telegráfica y se establece el primer Reglamento. Se adopta el franco-oro como moneda de pago internacional de las transacciones... ¡Había nacido la Unión Telegráfica Internacional!

## El reglamento telegráfico

El reglamento elaborado cuidaba en particular de las prioridades, y definía literalmente: «Los telegramas relativos a la seguridad de la vida en el mar, sobre la tierra o en los aires y los telegramas epidemiológicos de excepcional urgencia, o de la Organización Mundial de la Salud, tienen prioridad absoluta sobre el resto de telegramas» e iban precedidos por la abreviación «SVH». También estaban los prioritarios de las Naciones Unidas: «ÉTAT PRIORITAIRE NATIONS», los que pertenecían a averías de las telecomunicaciones «ADG» y los de los Estados «ÉTAT PRIORITÉ».

## Códigos y letras

Los primeros reglamentos de la UIT permitían palabras corrientes de hasta siete sílabas, pero solo grupos de cinco letras para las palabras en código, lo que dio lugar a muchos abusos al utilizar abrevia-

turas. En la conferencia de París de 1890 se estableció un primer diccionario de 265.740 palabras clasificadas por orden alfabético. En 1903 se definió el reglamento telegráfico para el uso de los códigos que servían para abreviar palabras, las cuales no deben utilizar más de diez caracteres del alfabeto morse. En 1928 se autorizaron dos categorías de códigos: categoría A con palabras de diez letras y categoría B con palabras de cinco letras.

### Tambores

«Por todo el Continente Negro suenan los tambores que nunca callan:  
base de toda música, foco de toda danza;  
tambores parlantes, radiotelégrafo de la jungla inexplorada.»

Irma WASSALL (1943)

### El éter de Maxwell y las ondas electromagnéticas

El físico y matemático escocés James Clerk Maxwell, profesor de la Universidad de Cambridge, concibió el éter como un inmenso campo electromagnético que representaba el soporte real de la energía que permitía explicar los fenómenos eléctricos y magnéticos ya conocidos. Hoy sabemos que no es necesario suponer la existencia de ese medio para la propagación de las ondas electromagnéticas, ya que no necesitan un soporte material aéreo ni etéreo para propagarse a 300.000 km/s... la velocidad de la luz.

En diciembre de 1864, Maxwell pronunció ante la Royal Society de Londres la conferencia titulada *Una teoría dinámica del campo electromagnético* que contenía las ecuaciones de Maxwell y en la que afirmaba: «Parece que tenemos razones de peso para concluir que la propia luz —incluyendo el calor radiante y otras radiaciones si las hay— es una perturbación electromagnética en forma de ondas que se propagan según las leyes del electromagnetismo». Acababa de predecir teóricamente la existencia de las ondas electromagnéticas y de concluir que la luz es un tipo de estas ondas.

### La prueba de la existencia de las ondas

El físico alemán Rudolf Hertz generó en su laboratorio, en 1888, algunas ondas electromagnéticas. Midió su velocidad y llegó por las evidencias a una conclusión muy fuerte: la luz y las radiaciones electromagnéticas son una misma cosa. Años más tarde, Marconi se basó en estas experiencias, y en la de otros como Popov, para la creación de la Telegrafía Sin Hilos (TSH), que tanta fama le dio.

### El primer cable submarino

Gracias al empeño de John Watkins Brett y de su hermano, se tendió el primer cable submarino entre Dover (Inglaterra) y Calais (Francia) en 1850 y, en agosto de 1858, por medio de los buques *USS Niagara* y *HMS Agamemnon*, tras varios intentos fallidos, se logra amarrar el primer cable transatlántico entre Terranova (Canadá) e Irlanda, cubriendo una distancia de 3.200 km.

## ¿Quién inventó la antena?

En 1896, el ruso Aleksandr Popov inventa la antena, dispositivo radiante que permite emitir y recibir las ondas hercianas (electromagnéticas).

Aleksandr Stepánovich Popov fue uno de los pocos ingenieros rusos de la época que, además, se interesó por la electricidad y sus posibilidades. Es conocido en Rusia como el inventor de la telegrafía sin cables (1896) y fue el primero en usar un cable suspendido como antena.

## Telegrafía sin hilos

En 1899, el joven italiano Marconi logra establecer la primera comunicación telegráfica sin hilos a través del Canal de la Mancha, y en 1901 asombra al mundo al hacer llegar la primera señal a través del océano Atlántico. ¡El envío de mensajes telegráficos sin cables es ya una realidad, hecha posible por el genio inventor!

En la misma época, el 5 de noviembre de 1898, Eugène Ducretet realiza los primeros intentos de telegrafía sin hilos entre la torre Eiffel y el Panteón (a solo 4 km de distancia). En 1913, desde la torre Eiffel se enviaron telegramas usando ondas eléctricas hasta América y a algunas naves que estaban haciendo la travesía, alcanzando un enorme radio de 6.000 km.

## Biografía de Marconi

Guglielmo Marconi nace en Bolonia en 1874. Cuando solo contaba veintiún años, comenzó a interesarse por la telegrafía sin hilos. Se mudó a Inglaterra, donde le fue otorgada la patente de sus primeros inventos y, en 1896, constituyó la Marconi's Wireless Telegraph Company Limited.

Durante cuatro años perfeccionó la telegrafía sin hilos (TSH) y, fruto de esa labor, fue la famosa patente 7.777, que se considera el punto de partida del desarrollo de este prodigioso medio de comunicación.

En 1901, el barco belga *Princesa Clementina* que hacía la travesía Dover-Ostende, llevó a bordo la primera instalación marítima de TSH.

## El naufragio del *Titanic*

A medianoche del 14 de abril de 1912, tras chocar con un témpano de hielo (iceberg), se hundió en aguas del Atlántico en unas horas, con 1.503 personas a bordo, el *Titanic*, que había salido del puerto inglés de Southampton en su viaje inaugural rumbo a Nueva York (EE. UU.), a unos 5.500 km de distancia. El comandante Smith realizaba con este su último viaje para retirarse de la vida del mar, ya que se jubilaría al llegar a Nueva York, lo que no llegó a suceder, pues se hundió con el barco.

El radiotelegrafista Jack Phillips dio muestras de un heroísmo extraordinario, pues permaneció en su puesto de trabajo hasta el último momento. A las 17.30 transmitía el mensaje SOS, indicando su posi-

ción precisa (41° 46' de latitud norte y 50° 14' grados de longitud oeste), que fue captado por el *Carpathia*, uno de los buques que participaron en el salvamento. De madrugada, expedía sus últimas señales. Llegaron ya confusas. Cesaron bruscamente. Con ellas se ahogó el heroico telegrafista, pero 710 personas se salvaron gracias a la radiotelefonía.

### Primer telegrama óptico en España

El 2 de octubre de 1846 se envió el primer telegrama óptico entre Madrid e Irún, que se dio a conocer por *La Gaceta* del día siguiente: «En Irún al Excmo. Sr. Ministro de la Gobernación de la Península. Los príncipes franceses han entrado hoy aquí y han salido a las diez cuarenta y cinco minutos de la mañana sin novedad y muy satisfechos del recibimiento que han tenido».

La energía y autoridad de Mathé, el director general de Telégrafos Ópticos, fue esencial para la rápida organización de la red, que pronto contó con 200 torres. Esta nueva red tenía un claro carácter estratégico, ya que solo los capitanes generales y los gobernadores o jefes políticos podían usar directamente el telégrafo, mientras que las demás autoridades necesitaban autorización superior, no pudiendo ni siquiera preguntar sobre la naturaleza de los despachos transmitidos.

### El telégrafo eléctrico en España

En España se conocían las diferentes experiencias que se estaban realizando en el mundo con el telégrafo eléctrico, pero existía cierto recelo sobre la fiabilidad de sus procedimientos.

En 1852 se estableció entre Madrid y Aranjuez para dar servicio a la también primera línea ferroviaria entre ambas ciudades, pero, además, con la obligación de ofrecer servicio público. En mayo de ese mismo año, José María Mathé, hace un recorrido por Europa que tiene como consecuencia inmediata la construcción de una línea eléctrica entre Madrid e Irún, y utilizaba el trazado de la antigua línea óptica.

Los trabajos prosiguieron con dificultad, pero en noviembre de 1854 se pudo enviar a París el primer mensaje internacional. El servicio se daba así por establecido y al año siguiente se iniciaban los servicios comerciales entre las ciudades conectadas.

### Isabel II envía el primer telegrama

En 1854, la reina Isabel II hizo llegar por primera vez un mensaje fuera de nuestras fronteras a través de telégrafo eléctrico. Esa fue la fecha en la que un mensaje recorrió media España en unos minutos para llegar hasta Irún, en la frontera con Francia. Esta práctica ahora parece sumamente sencilla gracias a las redes sociales, pero, para entonces, fue toda una revolución. Aunque han pasado 162 años desde aquel primer mensaje, el servicio de Correos sigue contando con un servicio específico para enviar telegramas (en línea o tradicional, en oficina), algo que siguen haciendo los organismos oficiales y que, a pesar de la llegada del teléfono y la mensajería, todavía no ha caído en desuso.

## La construcción de la red telegráfica Española

El 22 de abril de 1855 se promulgó la ley que promovía la construcción de un conjunto de líneas telegráficas y otorgaba la gestión del servicio al Cuerpo de Telégrafos. En 1858 ya existían más de 7.000 km de líneas, 118 estaciones en las 47 capitales de provincia. ¡Coste de la operación: 17,5 millones de reales!

En 1857, el Cuerpo de Telégrafos adopta el código morse que se utiliza para transmisiones internacionales, y se deja el Wheatstone en algunas líneas interiores. Queda concluida la red básica de telegrafía eléctrica nacional.

El primer cable submarino que se instaló en España fue gracias a la declaración de guerra de España a Marruecos. A finales de 1859, el Gobierno decidió que se instalara un cable entre Algeciras y Ceuta para facilitar las comunicaciones del ejército expedicionario que se estaba concentrando en la zona.

## El cuerpo de telégrafos

El reglamento de 1856 definía «el personal, materiales y servicios de los telégrafos queda a cargo del Cuerpo de Telégrafos, que al efecto se crea».

El sueldo más alto, el de jefe de estación de primera, era de 8.000 reales anuales.

## La etapa liberal (1869-1880)

Etapa compleja en la que aparece el primer intento de fusión del cuerpo de Correos con el cuerpo de Telégrafos mediante la creación de la Dirección General de Correos y Telégrafos en 1871, de lo que inicialmente era la Dirección General de Comunicaciones creada bajo el amparo de la Constitución Liberal.

En 1876 se constituye la carta telegráfica de España, que incluye las conexiones internacionales con Cuba y Puerto Rico, en América.

Al final de la década ya existían más de 16.000 km de líneas telegráficas en España.

A final del periodo, en 1876 se patenta el teléfono, un nuevo sistema de comunicaciones eléctricas que sorprende a los telegrafistas al reproducir la voz a distancia, pero que, a diferencia del telégrafo, no podía repetir las señales como hacía el telégrafo con sus estaciones relés.

En Telégrafos se descarta la posibilidad de que el teléfono sirviera de sustituto al telégrafo, aunque se ¡admitió que el nuevo invento pudiera servir para enlazar oficinas telegráficas!

En una primera etapa, el teléfono aportó muy poco a Telégrafos que, además, tuvo que distraer recursos para construir las primeras redes telefónicas en España. De hecho, 20 años después, en 1900, solo 42 ciudades españolas tenían una central telefónica, 28 de las cuales eran capital de provincia.

### El periodo de la restauración (1880-1900)

Es el periodo glorioso del telégrafo en España, donde se consolida la red de la mano del desarrollo de la red ferroviaria. Se establecen los primeros cables submarinos.

En 1891 se enlaza Tarifa con Ceuta y Tánger, Almería con Melilla, y se plantea el cable para enlazar Cádiz con las islas Canarias para, desde allí, ir a Cuba y Puerto Rico.

### El nacimiento de las telecomunicaciones (1901-1920)

Con el comienzo del nuevo siglo, el Telégrafo se ve completado con dos nuevos compañeros de viaje: el teléfono y la radio. Con ello se configura un nuevo concepto: las telecomunicaciones. La telefonía empezaba a desarrollarse y la radio acababa de nacer, dando paso a la telegrafía sin hilos, pero toda la gestión de las telecomunicaciones se seguía haciendo a través del Cuerpo de Telégrafos.

Por otra parte, la utilidad de las comunicaciones por radio, conocidas inicialmente como *broadcasting*, estaba centrada en los barcos, por lo que se concedieron licencias para dar servicios de radio mediante estaciones costeras situadas en puntos estratégicos.

En 1922 se establece un plan para crear una red nacional de emisoras desde el Palacio de Comunicaciones de la plaza de Cibeles, en la capital de España, hoy día sede del Ayuntamiento de Madrid. El éxito de los ensayos permitió transmitir desde el Teatro Real la ópera completa de *Los niños cantores de Núremberg*, de Richard Wagner.

### La dictadura de Primo de Rivera

La dictadura fue recibida por los telegrafistas con una cierta esperanza. Se nombra un nuevo director general de Correos y Telégrafos, pero el golpe de gracia fue la constitución de la Compañía Telefónica para el monopolio del teléfono, pues estaba claro que, una vez consolidado el negocio telefónico a nivel mundial, habría empresas interesadas en explotarlo en España. Así, en 1924 nace la Compañía Telefónica de España (CTE), controlada totalmente por la International Telephone and Telegraph Corporation, ITT. Más tarde pasó a denominarse CTNE, con la *N* de «Nacional».

La Dirección General vuelve a denominarse Dirección General de Comunicaciones.

Se concedieron licencias de cables submarinos telefónicos y el cuerpo de telégrafos quedó relegado únicamente a la telegrafía, sin mejorar las inversiones en ese campo salvo el enlace Málaga-Alhucemas.

Los nuevos terminales más avanzados, llamados «teleimpresores» para diferenciarlos de los teletipos, se incorporaron a la red y se inauguraron los palacios de comunicaciones de Valencia, Bilbao, Burgos y el emblemático de Barcelona.

## La época de la República

La llegada de la II República dio un gran protagonismo al palacio de Comunicaciones de Cibeles; en abril de 1931 se crea el Ministerio de Comunicaciones y por primera vez un telegrafista, Mateo Hernández Barroso, ¡es nombrado ministro!

Pero las alegrías duran muy poco, pues el ministerio desaparece a finales de año y las competencias pasan de nuevo a Gobernación. Cambia el gobierno en 1933 y de nuevo aparece el Ministerio de Comunicaciones. Aparecen las primeras tasas a los receptores de radio y se conceden las primeras licencias para radioaficionados.

## La guerra civil y la posguerra

Resulta difícil evaluar el papel del cuerpo telegrafista pues tuvo mucho que ver con los bandos después del alzamiento, pero el resultado es que hubo víctimas y depuraciones.

Después de la guerra civil se introducen cambios técnicos, instalándose los primeros sistemas de telegrafía armónica, pero el gran cambio tecnológico aparece con la puesta en marcha del servicio télex. En 1951 se lanza el servicio que exigían enlaces de mayor calidad y adaptaciones a los estándares internacionales, dado el uso de las corrientes portadoras y los sistemas múltiplex, que permitían varios enlaces por un solo par de cobre.

En 1954 se consolida la política de dejar el servicio telegráfico independiente con la variante del télex, y el campo de las telecomunicaciones queda definitivamente en manos de los operadores telefónicos, tanto en España como a nivel europeo.

## El télex

En 1958 apareció un sistema de teleimpresión de llamada directa de terminal a terminal llamado télex que permitía a sus abonados enviar mensajes y datos a otros abonados, en cualquier parte del mundo. También podían enviar mensajes a los no abonados, a través de centros especializados de comunicaciones que hacían llegar los mensajes en forma de telegramas.

## Red télex

El télex es un servicio que permite a los usuarios comunicarse por escrito por medio de unos terminales llamados teleimpresores a través de una red física y funcionalmente distinta de la red telefónica.

De manera análoga a la red telefónica conmutada, la estructura de la red télex está conformada por una red jerárquica, auxiliada por una red complementaria. Dependía de la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones (DGCyT). En 1986 había dos millones de terminales télex en todo el mundo.

### La expansión del servicio télex

La idea básica era concebir un sistema capaz de conectar automáticamente los teleimpresores (equipos de usuario) de la red, a modo similar de lo que sucedía con los teléfonos, sin necesidad de operadores humanos, sino a través de centrales.

El principal problema era la calidad de los enlaces, que también eran necesarios para las comunicaciones internacionales. Esto implicaba suprimir las inducciones de los cables mediante un procedimiento conocido como transposiciones.

En 1962 se establece un decreto para el desarrollo de la red télex que implicaba la mejora de las comunicaciones de la Administración con un sistema exclusivo que se conoció con el nombre de Géntex. Este plan permitió modernizar la red de transmisión dotando a las principales rutas de equipos portadores de doce canales y de equipos de telegrafía armónica. Así, el crecimiento de la red télex resulta espectacular, pues pasó de una única central en 1955 a trece en 1965 y dieciséis en 1964, todas ellas de tecnología «paso a paso».

Con la puesta en marcha del Plan de Desarrollo (1965-1978), se llevan los servicios Télex y Géntex a todo el territorio nacional y se introduce la tecnología de «barras cruzadas» en las centrales.

### Una curiosa frase

«*The quick brown fox jumps over the lazy dog 0123456789*», u otras similares en distintos idiomas. Esta sencilla frase, que contiene todas las letras del alfabeto salvo la ñ, propia del alfabeto español, y números, se utilizaba para probar la transmisión telegráfica y verificar fácilmente si se producían o no errores en la línea durante la transmisión de las señales.

La utilidad de emplear esta frase radicaba en que era muy sencillo detectar cualquier fallo en la transmisión, sin necesidad de un aparato de medida.

En portugués, su equivalente sería: «*Um pequeno jabuti xereta viu dez cegonhas felices 0123456789*».

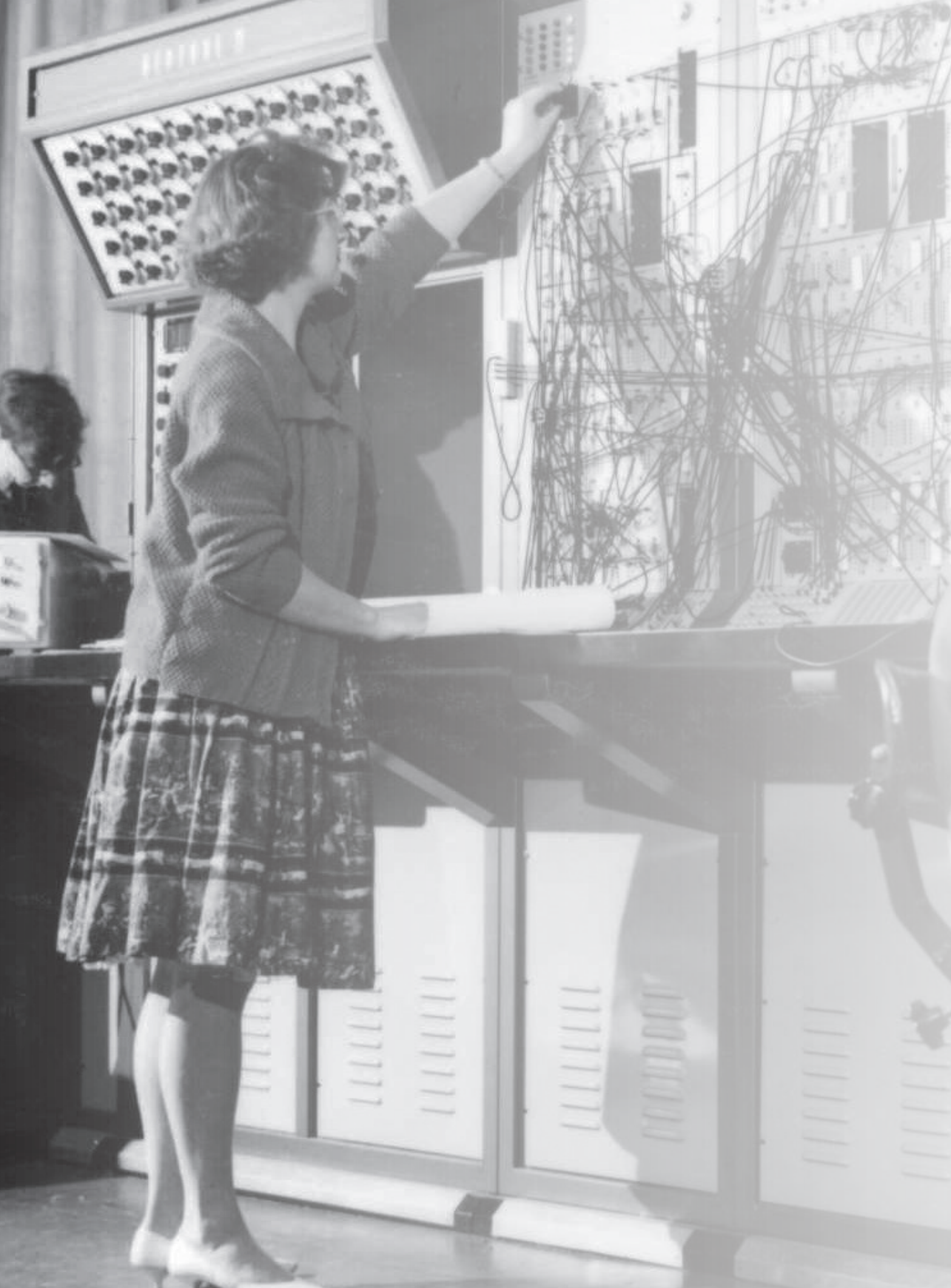
### El fax

No habían pasado muchos años desde la invención del telégrafo y comenzaron a desarrollarse métodos para transmitir documentos impresos, básicamente fotografías y dibujos. Hoy en día, el télex prácticamente se ha dejado de utilizar y el fax o facsímile (término que surge de la unión de las palabras latinas *fac*, imperativo de hacer y *simile*, semejante) está siendo sustituido por el empleo masivo del correo electrónico a través de Internet, aunque todavía pueden quedar algunos aparatos en uso, ya que al ir conectados a la red telefónica conmutada no se requiere de redes especializadas. También es posible enviar faxes a través de Internet o de teléfonos/aplicaciones móviles.

## Epílogo

El avance de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, como el teléfono, el fax y la transmisión de datos, provocaron que el tráfico telegráfico basado en telegramas y giros de dinero telegráficos disminuyera notablemente. Así, 1978 puede considerarse el año en que terminó la historia del Cuerpo de Telégrafos, aunque el servicio telegráfico siguió prestándose durante algunos años, pero con el predominio del cuerpo de Correos.

En memoria de esta tecnología sigue vigente la expresión de que el «lenguaje telegráfico es sinónimo de sobriedad en el habla y la escritura».



A woman in a white lab coat is sitting at a desk in a server room, looking at a computer monitor. The room is filled with server racks and a dense network of cables. The image is faded and serves as a background for the text.

# Capítulo 2

## Telefonía fija

*Del teléfono a la voz sobre IP*

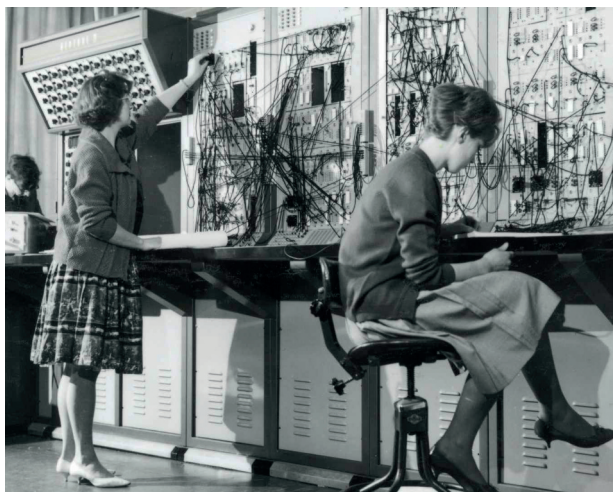
### Introducción

El teléfono, por sus ventajas, es uno de los sistemas de comunicación más utilizados, ya que permite entablar conversaciones con personas ubicadas en cualquier sitio donde haya un aparato telefónico conectado a la red, tanto fija como móvil.

En realidad, todos nosotros, con independencia de nuestro estado, edad o profesión, somos usuarios del teléfono, sea fijo o móvil, aunque el uso que hagamos de él sea más o menos intenso, por unos u otros motivos; es un aparato tan sencillo que no presenta complicaciones y funciona de igual manera independientemente del país en el que nos encontremos o de cuál sea el operador telefónico que nos dé el servicio. En España lo prestan varios; por citar algunos de los más conocidos, France Telecom/Orange (+Jazztel), Telefónica/Movistar, Vodafone (+Ono). Pero el terminal del usuario es una mínima parte de lo que configura la compleja estructura de la red telefónica fija mundial, que emplea las más avanzadas tecnologías, cubre todos los países de la Tierra y conecta entre sí unos 1.000 millones de líneas; de hecho, «es la máquina más compleja jamás producida por el hombre y la que más dinero mueve alrededor de ella» (después de la telefonía móvil), siendo un gran negocio para muchas compañías. Aun así, en el mundo existen algo más de 7.000 millones de personas, muchas de las cuales nunca han realizado una llamada telefónica (en realidad, el 65 % de la población mundial nunca ha hecho una llamada telefónica... ¡y el 40 % ni siquiera tiene acceso a la electricidad!).

Las redes telefónicas tienen ya 140 años y, desde su aparición, no han parado de crecer de una manera muy rápida. El avance de la tecnología y la liberalización de los mercados, junto con la disminución de costes, son, sin duda, los grandes impulsores de este hecho. La liberalización, prácticamente total, de los mercados y las alianzas entre operadores y fabricantes para competir mejor en un mundo globalizado, se traduce en una continua evolución e innovación que repercute en un mejor servicio para el usuario, que encuentra una más amplia oferta donde elegir.

**Figura 2.1 Central telefónica manual antigua**



En España esta evolución se produce igual que en otros países de nuestro entorno y, así, la densidad de abonados a la red fija pasa de 24 teléfonos por cada 100 habitantes en 1985 a un 40 % treinta años más tarde. España cuenta, a finales de 2015, con algo menos de 19 millones de líneas fijas en servicio.

El teléfono, como casi todos los medios de comunicación actuales, funciona gracias a la electricidad. La telefonía está muy extendida en todo el mundo, se utilizan las centrales telefónicas para conectar a los usuarios mediante cables de pares, coaxiales y fibra óptica y, desde hace unas decenas de años, se introdujo el teléfono celular, que trabaja sin cables y puede llevarse fácilmente de un lugar a otro, ofreciendo multitud de aplicaciones con los denominados *smartphones*.

A principios del siglo xx en España, el servicio telefónico lo proveían tanto el Ministerio de la Gobernación y Telégrafos (mediante explotación directa), como las compañías privadas (mediante concesiones administrativas). Los resultados obtenidos no fueron los esperados y en 1924 marcaron el comienzo de una etapa más empresarial, con la creación del primer monopolio de las telecomunicaciones.

Frente a la corriente predominante en Europa a comienzos del siglo xx, por la que en casi todos los países se crearon las llamadas PTTs (organismos ministeriales responsables de fomentar y gestionar directamente la prestación de los servicios postales y de telecomunicación), en España, el Gobierno del general Primo de Rivera decidió seguir el modelo norteamericano auspiciado por ITT para el resto del mundo (tras su pacto con AT&T de no intervención en EE. UU.), dando lugar a la creación de la Compañía Telefónica de España, S. A. en 1924, participada minoritariamente por el Reino de España e ITT con acciones preferentes y, mayoritariamente, por un corto número de banqueros españoles encabezados y coordinados por el marqués de Urquijo, suscriptores de las acciones ordinarias de la nueva sociedad mercantil.

**Figura 2.2 Teléfono de Standard Eléctrica (década de 1950)**



Dicha sociedad estaba llamada a convertirse en gestora única de los Servicios de Telefonía en la totalidad del territorio nacional a medida que fuera extendiendo sus redes o adquiriendo las preexistentes.

La base industrial y logística de tal despliegue la crearía ITT con fábricas en España dotadas con la tecnología que la poderosa multinacional compartía con AT&T, para lo que creó su filial: Standard Eléctrica, S. A.

En la reunión de plenipotenciarios de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), que tuvo lugar el 9 de diciembre de 1932 en Madrid, se decidió utilizar por primera vez el término «telecomunicaciones» para designar al organismo.

En 1945-1946, el gobierno del general Franco decidió «nacionalizar» la CTE (CTNE, a partir de entonces) y el Estado español hubo de adquirir las acciones que poseía la ITT. La nacionalización se llevó a cabo, y supuso el reordenamiento jurídico del sector de telecomunicaciones, instrumentado de forma bastante atípica con el Contrato *sui generis* que firmó el Reino de España con la CTNE; en virtud de este, el Estado español se reconocía, por primera vez, como responsable del desarrollo de las telecomunicaciones del país y cedía a Telefónica la gestión en exclusiva de los servicios de telefonía (no de telegrafía) en las áreas en que desplegara sus redes. En 1965, la CTNE era la primera empresa del país, con 20.000 millones de capital y 32.000 empleados en su plantilla. La expansión era continua y cada vez más rápida, contando actualmente con presencia en muchos países.

**Figura 2.3 Emblema, placa o logotipo de la CTNE**



A partir de entonces se han ido sucediendo numerosos hechos, motivados tanto por aspectos tecnológicos como regulatorios, que han marcado la evolución de las redes, terminales y servicios telefónicos fijos en todo el mundo y, aunque las mejoras del servicio son constantes, se ha visto desbordado por otros, como la telefonía móvil.

En la actualidad, con la amplia disponibilidad de enlaces con mayor ancho de banda, así como la introducción de modalidades eficientes de conmutación y/o de transmisión digital en los circuitos de telecomunicaciones, como el denominado ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), el ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) o la FTTH (*Fiber To The Home*) que ya llega a un gran número de hogares, es tecnológica y económicamente más factible el empleo de una amplia y variada gama de servi-

cios. Algunos ejemplos son el acceso a Internet, encuadrados en los denominados *Dual Play* y *Triple Play* si se incluye la televisión, o sea, voz, datos y televisión sobre el mismo par de cobre, que va desde la central telefónica hasta el domicilio de los usuarios, muchas de las veces con tarifa plana, o *Cuadruple Play* si suma la telefonía móvil a los anteriores servicios. Telefónica, en el Encuentro de las Telecomunicaciones-UIMP de 2015, aseguró que llevará la fibra al 97 % de los hogares españoles en 2020 y la red de cobre pasará a ser historia; el 3 % no tendrá por cuestiones técnicas o geográficas.

## El teléfono

Etimológicamente, «teléfono» significa 'voz a distancia', y permite la transmisión de la voz humana gracias a la electricidad, por lo que se impuso rápidamente a las anteriores técnicas telegráficas.

Así, el teléfono es el primer dispositivo de telecomunicación diseñado para transmitir señales acústicas a distancia por medio de señales eléctricas.

## Primeras experiencias

En 1667, Robert Hooke ideó el teléfono de cordel. Casi todo el mundo ha conectado alguna vez dos latas o botes de plástico con una cuerda tirante y ha enviado mensajes a través de ella. Sin embargo, se trata de un dispositivo poco práctico que no sirve para largas distancias.

El inventor francés Charles Bourseul planteó, en 1854, la posibilidad de utilizar las vibraciones causadas por la voz sobre un disco flexible o diafragma, con el fin de activar y desactivar un circuito eléctrico y producir unas vibraciones similares en un diafragma situado en un lugar remoto, que reproduciría el sonido original.

Años más tarde, el físico alemán Johann P. Reis inventó un instrumento que transmitía notas musicales, pero no era capaz de reproducir la voz humana.

Tras haber descubierto que para transmitir la voz solo se podía utilizar corriente continua, el inventor estadounidense de origen escocés Alexander G. Bell construyó el primer teléfono capaz de transmitir y recibir voz humana con toda su calidad y su timbre, en 1876.

## La patente más importante de la historia

En 1876, Bell patenta en Boston (EE. UU.) una de las invenciones que más han impactado en la humanidad: el teléfono, como el «método de, y el aparato para, la transmisión de sonidos vocales y otros telegráficamente... causando ondulaciones eléctricas, similares en forma a la variación del aire que acompaña el sonido vocal u otro dicho». Gracias a esa patente y a otras innovaciones posteriores, hoy existen en el mundo más de siete mil millones de teléfonos móviles y mil millones de fijos.

En 1887, Bell ofrecía la patente n.º 174.665 a la Western Union por 100.000 dólares, que desestimó la oferta, decidiéndose por Gray, Edison y otros en la idea de desarrollar una red propia, lo que fue un gran error.

El invento del teléfono fue presentado públicamente en junio de 1876, en la Exposición de Filadelfia (EE. UU.), con motivo del centenario de la independencia norteamericana.

## Éxito

«Las personas no son recordadas por el número de veces que fracasan, sino por el número de veces que tienen éxito.»

Thomas A. EDISON

## Primer mensaje telefónico

El primer mensaje que se envió a través del teléfono de Alexander Graham Bell el 10 de marzo de 1876 (el año de la segunda exposición de los artistas impresionistas y un año antes de la Exposición Internacional de París), hallándose este en el n.º 5 de la plaza de Exeter de la ciudad de Boston, fue: «*Mr. Watson, come here, I want you*» ('Venga, Sr. Watson; le necesito'). Watson, que se hallaba en una habitación cercana, acudió pronto diciendo: «*I heard you, Mr. Bell, I heard you*» ('Lo oí, Sr. Bell, lo oí').

La primera conversación telefónica en España tuvo lugar el 16 de diciembre de 1877 entre el castillo de Montjuïc y la Ciudadela de Barcelona, y la primera central automática española —del sistema *Strogger* suministrada por la casa alemana Siemens & Halske— fue instalada en Balaguer (Lérida) en 1924, pero otras fuentes indican que lo fue en San Sebastián en 1926, por la firma sueca Ericsson, siendo esta última la primera ciudad española en tener un sistema automático completo.

## Cuestión de horas

Dos norteamericanos, trabajando independientemente, inventaron el teléfono casi de modo simultáneo. Alexander G. Bell fue el inventor del teléfono porque llegó a la oficina de patentes para presentar su solicitud unas horas antes que Elisha Gray, el 14 de febrero de 1876. Bell se apoyó en los hallazgos de varios científicos y basó su sistema en el electroimán. Su solicitud de patente fue aceptada el 7 de marzo de 1876.

## Biografía de Alexander Graham Bell

Alexander G. Bell nació en Edimburgo (Escocia) el 3 de marzo de 1847. Murió a los 75 años, el 2 de agosto de 1922, en Baddeck (Nueva Escocia-Canadá); dos días después, en su homenaje, se silenciaron por un minuto todos los teléfonos de Estados Unidos y Canadá. El nombre de Graham fue adoptado, no era suyo propio.

Era profesor de sordomudos (experimentó en el campo de la audición humana motivado por la sordera de su madre y de su hermana). Ya en Canadá diseña un instrumento que podía transmitir la música a distancia por medio de la electricidad y, en 1873, fue nombrado profesor de la Universidad de Boston por sus conocimientos de la fisiología de los órganos vocales y auditivos; fue también presidente de la National Geographic Society. Se casó en 1877 con Mabel Hubbard, una discípula suya; el padre de ella, Gardiner Greene Hubbard, participó con Bell en la creación de la Bell Telephone Co. Su vocación inventora se revela en estas palabras: «*Leave the beaten path and dive into the woods; you are certain to find something interesting*» ('Abandonen el camino trillado y entren en lo profundo del bosque; seguramente encontrarán algo interesante').

El impulso definitivo al invento de Bell lo dio la Exposición Centenaria de Filadelfia, en junio de 1876, donde tuvo la oportunidad de mostrar sus teléfonos con gran éxito.

Desde su puesta en servicio, en apenas diez años había más de cien mil teléfonos en Estados Unidos; en veinticinco años, un millón; y cuando Bell falleció, la cifra ascendía a treinta millones. En 1915, Bell desde Nueva York y Watson en San Francisco, inauguraron la línea telefónica de larga distancia entre ambas ciudades con las mismas palabras que habían pronunciado en 1876.

En 1878, Bell viajó a Inglaterra y mostró su invento a la reina Victoria, quien se interesó vivamente; las autoridades del British Post Office, en cambio, no les prestaron la atención debida, ya que dijeron: «Los norteamericanos lo necesitarán, pero nosotros no; tenemos muchísimos jóvenes mensajeros».

## Una opinión sobre Bell

James Clerk Maxwell dijo de Bell: «*Prof. Graham Bell, the inventor of the telephone, is not an electrician who has found out how to make a tin plate speak, but a speaker who, to gain his private ends, has become an electrician*» ('El Prof. Graham Bell, el inventor del teléfono, no es un electricista que halló la manera de hacer hablar a un disco de latón, sino alguien que, deseando hablar a distancia con propósitos personales, se ha convertido en electricista').

## El verdadero inventor del teléfono

Aunque durante mucho tiempo se ha reconocido a Bell como el inventor del teléfono, en realidad lo fue el italo-estadounidense Antonio Meucci, como lo reconoció el Congreso de EE. UU. en 2002. El 23 de diciembre de 1871 Meucci presentó una patente similar a la pedida posteriormente por Bell, pero, por temas económicos, no pudo defenderla y finalmente Bell, después de muchas disputas, acabó ganando.

El 11 de junio de 2002, la Cámara de Representantes de EE. UU. publicó la Resolución n.º 269 por la que se honra la vida y el trabajo del inventor Meucci. En la misma se reconoce que fue Meucci antes que Bell quien inventó el teléfono. En la resolución, el Congreso reconoció que el «teletrófono» Meucci (así lo bautizó él) se mostró públicamente en Nueva York en 1860, 16 años antes de que Bell lo patentara. El veredicto estadounidense también asegura que «La vida y logros de Antonio Meucci deben ser reconocidos, así como su trabajo en la invención del teléfono».

### ¿Plagió Bell a Meucci?

Meucci nació en 1808, viajó a Cuba en 1830 y, mientras se interesaba y trabajaba en métodos para curar enfermedades mediante descargas eléctricas, se dio cuenta de que la voz podía viajar mediante impulsos eléctricos a través de un cable de cobre. En 1850 se mudó a Nueva York, donde desarrolló los principios de esta tecnología.

Bell, reconocido durante años como uno de los principales inventores de la historia, se limitó a robarle la idea a Meucci cuando el italiano acudió a la compañía en la que él trabajaba, la Western Union, con los papeles del invento y unos prototipos que acabaron «perdiéndose». Más tarde, Meucci intentó negociar con la compañía, pero su escaso dominio del inglés, sus pocos recursos económicos (no pudo pagar los dólares que costaba la patente) y el nulo apoyo recibido por las autoridades competentes le impidieron reclamar lo que era suyo. Meucci murió en la más absoluta miseria y sin reconocimiento alguno.

### Expansión del negocio en EE. UU.

En 1878 en EE. UU., se formaron dos compañías, la New England Telephone Company y la Bell Telephone Company, que un año más tarde se fusionaron dando origen a la American Bell Telephone Company. En 1899, esta firma se fusionó con la American Telephone and Telegraph Company (AT&T), que se había constituido en 1885 para prestar servicio a larga distancia.

En 1878, Theodore Newton Vail, gerente general de Bell Telephone Co. y luego presidente de AT&T, resumía su estrategia empresarial afirmando en 1910, el año de la fusión de AT&T con Western Union: «*one policy, one system, universal service*» ('una sola política, un solo sistema, un servicio universal').

### Los laboratorios Bell

Los laboratorios Bell fueron centros de investigación y desarrollo; la Western Electric, la fábrica. En 1983, después de un discutido juicio *antitrust* promovido por el Departamento de Justicia estadounidense (juez Harold H. Greene), la AT&T se dividió. Algunos departamentos de los laboratorios Bell se agruparon en lo que pasó a conocerse como el Bell Communication Research (BELLCORE), a fin de llevar a cabo tareas de investigación para las siete compañías regionales (RBOC, Regional Bell Operating Companies, también llamadas Baby Bells).

### Monopolios estatales

En EE. UU., el país de su invención, el teléfono nunca estuvo en manos del Estado; pero en otros países, sobre todo europeos, los gobiernos trataron de monopolizarlo a menudo. En 1878, se formó en Gran Bretaña la Telephone Company Ltd. utilizando equipos importados de Estados Unidos; esta empresa tuvo un crecimiento lento por las restricciones impuestas por la British Post Office, que poseía el privilegio exclusivo de transmitir telegramas en el Reino Unido e Irlanda desde 1869 y que consideraba el teléfono como un serio competidor del telégrafo, así que el servicio telefónico fue nacionalizado en 1912, convirtiéndose en un monopolio estatal hasta la década de 1980. En España, en 1924 se cons-

tituyó en Madrid la CTE (Compañía Telefónica de España), como sociedad anónima, participada por la International Telephone and Telegraph Corporation (ITT).

## Creación del CCITT

A mediados del siglo XX, la telefonía y la telegrafía utilizaban los mismos canales de transmisión, hilos, cables y circuitos radioeléctricos. En 1956, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) decidió fusionar su Comité Consultivo Internacional Telefónico, establecido en 1924, con el Comité Consultivo Internacional Telegráfico establecido en 1925, y crear así el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), integrado por comisiones de estudio cuyos trabajos se llevaban a cabo en ciclos de cuatro años que coincidían con los de las asambleas plenarios.

## Pequeña historia del servicio telefónico en España

La aparición del teléfono en España se produce en 1877 en Cataluña, un año después que en Filadelfia dentro de un proceso de concesiones externas al Estado. En ese contexto, durante el primer cuarto del siglo XX se presenta en nuestro país una situación un tanto anárquica, con más de 78.000 teléfonos en servicio.

A partir de 1882 comienza el despliegue de las redes urbanas y el servicio empieza a prestarse en algunos municipios de forma poco uniforme y organizada. Tendrán 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, 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 diferentes ámbitos.

El 8 de marzo de 1924 se firma un contrato entre el Estado español y la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), lo que permite la explotación y la expansión progresiva de los servicios telefónicos nacionales.

A partir de las doce de la noche del 30 de diciembre de 1926, Madrid pudo disponer del teléfono automático. Su Majestad, el rey Alfonso XIII, acompañado por el jefe de Gobierno, marqués de Estella, inauguraron la sucursal interurbana del barrio de Salamanca de la calle Hermosilla. Del discurso del marqués de Urquijo, presidente de la Compañía Telefónica, se desprende que, para dotar a Madrid de ese nuevo servicio, se abrieron 40.000 metros de zanjas para componer una red subterránea de 110.474 metros de cable de 200 a 1.200 pares que, en su conjunto, representaban más de 90 millones de metros de hilo de cobre.

Se instalaron los equipos automáticos para 17.000 abonados, utilizándose para estos 14.000 líneas con 10.100 aparatos telefónicos. Veinte años después, en 1946, el número de empleados de la Compañía Telefónica era de 9.271 y, el parque telefónico, de 465.748 abonados.

En octubre de 1928, el Rey inaugura el servicio telefónico entre España y Norteamérica en el edificio de Telefónica de la avenida Pi y Maragall. ¡El soberano tenía en su puesto un soberbio aparato telefónico de oro!

Una vez establecida la comunicación con Washington y puesto al habla el presidente de Estados Unidos, Mr. Coolidge, saludó al Rey con estos términos:

—Me causa gran placer saludar a Vuestra Majestad en nombre del pueblo de Estados Unidos.

A lo que el Monarca contestó:

—Correspondo complacido, en mi nombre y en el de España, al saludo de V.E.

### Telefonistas en España

Las primeras redes de comunicación telefónica, con centralitas manuales, requerían imprescindiblemente de la asistencia de operadores/as humanos para establecer las conexiones entre los usuarios del servicio, siendo su control «manual».

En La Habana (Cuba), por entonces española, adelantándose unos años a la metrópoli, en octubre de 1877 se puso en servicio la primera central manual española, por lo que podemos afirmar que sobre aquellas fechas allí sirvieron los primeros operadores telefónicos españoles.

### La guía telefónica

La primera guía telefónica de abonados a la red se publicó en Madrid en 1889 y contenía 1.800 abonados. En 1985 se publicaron 26 millones de guías para las que se emplearían 25.000 toneladas de papel.

### Teléfonos públicos

Un teléfono público funciona introduciendo monedas, tarjetas telefónicas o tarjetas de crédito. Normalmente se encuentran en lugares públicos, como intercambiadores de transporte, plazas o centros comerciales. Con el exponencial aumento de la telefonía móvil, a partir de la segunda mitad de la década de 1990, los teléfonos públicos cada vez han sido menos utilizados. Eso hace que, junto a los actos de vandalismo que sufren en ocasiones, su manutención resulte cara para las compañías de telecomunicaciones, que los están desmontando, por lo que es muy difícil encontrar una hoy en día, aunque algunas se mantienen para dar el servicio.

### Las primeras cabinas telefónicas en España

El 4 de abril de 1910, el rey Alfonso XIII inauguró la construcción de la Gran Vía. Se tiraron 14 calles, 50 manzanas y 331 casas en una obra que duró 21 años. En ella abrieron los primeros centros comerciales y concesionarios de vehículos, se instaló en uno de sus edificios el primer aire acondicionado y se colocaron las primeras cabinas telefónicas.

## Poema

Tu voz regó la duna de mi pecho  
 en la dulce cabina de madera.  
 Por el sur de mis pies fue primavera  
 y al norte de mi frente flor de helecho.  
 Pino de luz por el espacio estrecho  
 cantó sin alborada y sementera  
 y mi llanto prendió por vez primera  
 coronas de esperanza por el techo.  
 Dulce y lejana voz por mí vertida.  
 Dulce y lejana voz por mí gustada.  
 Lejana y dulce voz amortecida.  
 Lejana como oscura corza herida.  
 Dulce como un sollozo en la nevada.  
 ¡Lejana y dulce en tuétano metida!

«El poeta habla por teléfono con el amor», de Federico GARCÍA LORCA, 1935.

## ¿Por qué las cabinas telefónicas de Londres son rojas?

El diseño de las primeras cabinas telefónicas distaba mucho de las que conocemos en la actualidad, tanto en su forma como en su color: blancas y con la puerta y ventanas pintadas de rojo; este último era el color corporativo del servicio postal británico, de ahí que los buzones también sean encarnados. Hasta 1924 no aparecieron las cabinas totalmente pintadas de rojo y con un diseño diferente a las anteriores. Fue realizado por el arquitecto sir Giles Gilbert Scott, quien ganó un concurso en el que se buscaba un estilo de quiosco telefónico mucho más acorde con la idiosincrasia británica.

Las célebres cabinas telefónicas rojas de Londres, que han caído en desuso por la proliferación de los móviles, ahora tendrán una nueva vida, acorde a los tiempos. Así, en la actualidad, muchas de las cabinas telefónicas son verdes. Reutilizando las clásicas estructuras rojas, las SolarBox funcionan con energía solar y en ella se pueden cargar dispositivos electrónicos.

En España, a principios de la década de 1970, tuvo una gran repercusión la película *La cabina*, una original producción realizada para la televisión que narra la progresiva angustia de un hombre (el genial López Vázquez) que se queda atrapado en una cabina telefónica. Lo que en principio parece un contra-tiempo sin trascendencia, poco a poco se convierte en una situación tan inquietante y terrorífica que provoca en el hombre una desesperación y una angustia sin límites.

## Una historia zen

Un hombre de negocios americano contaba a su colega japonés:

—¿En qué nos diferenciamos como financieros Ud. que practica el zen y yo que no lo practico?

—En que usted descuelga el teléfono al primer toque, y yo lo dejo sonar varias veces.

### Un millón de abonados

Llegado 1948, el número de teléfonos en servicio en España superó por primera vez el medio millón (exactamente 537.871) y los ingresos de la CTNE excedieron, también por primera vez, los 500 millones de pesetas, que en 1953 fueron ya 1.000 millones. En 1955 se llegaba al millón de teléfonos. En esa fecha, solo 11 países en el mundo sobrepasaban el millón de aparatos.

### Calidad del servicio

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 se atienden en el momento de su petición es solo del 41 % en 1962, superando el 85 % en 1969, una considerable mejora.

### Crecimiento en las décadas de 1970-1980

En España, el número de teléfonos sigue en aumento, pasando de los 4,6 millones de teléfonos en 1970 a los 14,2 millones en 1985, con un porcentaje de «automatización» de 81,9 y 99,4 %, 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.

### Matildes

En 1967, sucedió la emisión y puesta en circulación de un mayor número de acciones ordinarias de la CTNE de 500 pesetas, las «matildes», lo que supone una significativa privatización parcial de la empresa, quedando todavía el 31,51 % del capital en manos del Estado. Con este motivo, Telefónica lanzó una amplia campaña publicitaria:

En la imagen, en blanco y negro, un señor habla por teléfono. Está alterado. Ansía compartir su información. «¡Matilde, Matilde, que he comprado telefónicas!», vocífera. Matilde está al otro lado del auricular y su interlocutor le comunica que ha adquirido acciones de Telefónica.

Su protagonista, el actor José Luis López Vázquez. El éxito fue rotundo. Ninguna otra campaña de ninguna otra empresa cotizada española rivaliza en impacto y fama con aquella. Desde entonces, las acciones de la operadora se conocen como «matildes».

### Automatización de la red

La automatización integral de la red era 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.

El 19 de diciembre de 1988 dejó de prestar servicio la última operadora telefónica de un centro manual, al sustituirse el último cuadro por una central automática (y ya digital) en el granadino pueblo de Polopos, en las Alpujarras (Granada).

## Plan de industrialización

En los años 1970-1971, además de la histórica presencia de Standard Eléctrica, gracias a un plan de industrialización promovido por Antonio Barrera de Irimo, se crearon las empresas INTELSA, Teletra y Cables de Comunicaciones, S. A., participadas por Telefónica en un 49 %, y en el 51 % restante, respectivamente, por Ericsson de Suecia, Teletra de Italia y la norteamericana General Cable.

## Standard Eléctrica

El 21 de enero de 1926 se constituyó en España la compañía Standard Eléctrica, filial de la ITT, con un capital de 30 millones de pesetas y entre cuyos accionistas estaban Sosthenes Behe en representación de ITT, y el duque de Alba y el marqués de Urquijo como representación de la nobleza española.

El objeto de la sociedad era muy ambicioso, ya que en su apartado *a* del objeto social ya preveía «el intercambio mercantil entre las distintas regiones españolas y entre distintas naciones y cuantas operaciones comerciales, industriales, financieras, bancarias, mobiliarias e inmobiliarias consienta la legislación en vigor...».

Hoy día, ese conglomerado de empresas, que llegó a tener más de 20.000 empleados, después de varias fusiones, se ha convertido en Alcatel-Lucent España y Portugal.

Recientemente, en abril de 2015, la firma finlandesa especializada en redes de telecomunicación Nokia dio un giro en su negocio con la adquisición de la multinacional francesa Alcatel-Lucent tras alcanzar un acuerdo por el que pagaría 15.600 millones de euros. El nuevo ente dará origen al segundo mayor fabricante mundial de redes de telecomunicaciones móviles, con 40.000 empleados, que pasa a denominarse Nokia Corporation, con sede en Finlandia. De esta manera, Nokia se queda con el 66,5 %, mientras que Alcatel controlará el 33,5 % del conglomerado.

## Intelsa

En 1970 se creó INTELSA (Industrias de Telecomunicación, S. A.) cuyo capital estaba participado en un 51 % por Ericsson y en un 49 % por Telefónica, centrando su actividad en las telecomunicaciones públicas y empresariales.

Ericsson se estableció en España en 1922 y abrió su primera fábrica en Getafe (Madrid) en 1924, pero a partir de 1970 se crea INTELSA con participación de Telefónica. La compañía entra con más fuerza en el mercado español de las telecomunicaciones y empieza a producir los primeros equipos en A Coruña en 1972, convirtiéndose muy pronto en uno de los proveedores del servicio telegráfico a Correos y Telégrafos, implantado por decreto desde el 14 de diciembre de 1951.

La fábrica de Leganés (Madrid) se inauguró en 1974, y en 1980 se instalaba la primera central digital de conmutación AXE en la red telefónica española. En 1987, Ericsson adquiere la participación de Telefónica, controlando así su 100 %, y pasa a llamarse Ericsson España, como parte de la empresa matriz Ericsson, que aún continúa sus actividades, siendo uno de los tres principales proveedores del país.

### **Cambio de nombre**

En el año 1983, la Compañía Telefónica Nacional de España, S. A., cambia de denominación social, pasando a ser Telefónica de España, S. A. Ese mismo año culmina la presencia de Telefónica en los mercados internacionales; comienza la liberalización de determinados servicios de telecomunicaciones, como el de datos, y la gestión por Telefónica de operadores extranjeros.

### **La liberalización del mercado**

A la vista de los insuficientes resultados que había tenido la liberalización hasta entonces, en 1993 el Consejo Europeo decidió liberalizar completamente la telefonía vocal a partir del 1 de enero de 1998. Con este acuerdo se puso en marcha lo que podríamos llamar la segunda ola liberalizadora de las telecomunicaciones europeas.

### **Privatización de Telefónica**

Avanzando en el proceso de liberalización y con la idea de privatizar Telefónica, en octubre de 1995 el Estado se desprende del 12 % del capital. Poco después, el Gobierno toma la decisión de vender el paquete de acciones que aún posee el Estado y que equivale al 21,15 % del capital. De esta forma, en febrero de 1997, Telefónica de España se convierte en una operadora privada, empezando a cotizar sus acciones en la bolsa en Nueva York el 12 de junio de 1997.

### **El segundo operador**

La Unión Europea estableció el 1 de enero de 1998 como fecha límite de apertura del mercado a la competencia, si bien otorgó 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. Así, nace Retevisión como el segundo operador de telefonía fija en España.

### **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 teleco-

municaciones: la Comisión de Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), creada a través del Real Decreto Ley de liberalización de las telecomunicaciones de 1996. Su primer presidente fue José M. Vázquez Quintana. Desde noviembre de 2013, sus funciones están englobadas en las de la CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia), web: <http://www.cnmc.es>.

## ¿Cuántas líneas fijas hay en España?

A finales del año 2016, el número de líneas fijas en España era de 19 millones, unos 13 millones en el ámbito residencial y 6 millones para negocios, lo que supone una penetración en torno a 41 líneas por cada 100 habitantes. Su número se mantiene más o menos estable durante los dos últimos años.

Ello se debe al mayor uso de las comunicaciones móviles, favorecido por la bajada de precios y las llamadas «tarifas planas», además del cambio en las costumbres sociales.

## Teléfonos con batería

Los teléfonos, en las primeras épocas, requerían baterías de suministro de energía eléctrica que se encontraban en cada domicilio de los abonados y eran bastante delicadas y engorrosas de mantener, ya que había que rellenarlas de ácido. El aparato del abonado era alimentado mediante una batería y disponía de un generador magneto a manivela para llamar a la central, que se activaba dándole vueltas. Una importante transformación se produjo cuando, a partir de 1898, las compañías telefónicas suministraron directamente desde las centrales la energía (-48 voltios) requerida por las líneas, con grandes grupos de baterías de plomo y ácido, como las de los automóviles de la época, pero de mayor tamaño y voltaje.

## Partes del aparato telefónico

El aparato telefónico clásico que solía haber en las casas y/o las oficinas consta de un transmisor, un receptor, una alarma acústica (timbre) y óptica algunas veces, un dispositivo marcador y un circuito supresor de efectos locales (bobinas). Si se trata de un aparato de dos piezas, el transmisor (micrófono) y el receptor (auricular) van montados en el microteléfono, el timbre se halla en la base y el elemento de marcado y el circuito supresor de efectos locales pueden estar en cualquiera de las dos partes, pero, por lo general, van juntos. Los equipos modernos suelen ser totalmente electrónicos.

## El micrófono de carbón

El micrófono es una parte esencial del teléfono. El micrófono de carbón es un transductor que convierte el sonido (analógico) del interlocutor en una señal eléctrica. Se compone de dos placas de metal separadas por finos gránulos de carbón. Una de las placas es muy delgada y se dispone hacia el exterior, que actúa como un diafragma. Cuando las ondas sonoras golpean esta placa, la presión sobre los gránulos de carbón cambia la resistencia eléctrica entre las placas y, como se hace pasar una corriente continua entre ellas, los diferentes resultados de resistencia dan lugar a una modulación de la corriente en la misma frecuencia que las ondas sonoras.

Una contribución muy importante para la mejora del micrófono de carbón la realizó Thomas A. Edison en marzo de 1877, que se ha mantenido casi hasta nuestros días, aunque en la actualidad se utilizan micrófonos dinámicos, más sensibles y con mejor respuesta a la frecuencia.

### ¿Cómo se marcaba?

Inicialmente no se marcaba; el usuario se comunicaba con la operadora y le decía con qué número deseaba hablar, para que lo conectara. Los primeros aparatos telefónicos no disponían de un sistema de marcación; el usuario se comunicaba con la operadora al activar una magneto en su aparato que generaba la corriente de llamada y era la operadora la que, mediante el establecimiento de las conexiones en un panel de clavijas denominadas «dicordios», ponía en contacto unos con otros, pudiendo incluso escuchar las conversaciones que estos mantenían.

Hoy en día, con la implantación de centrales automáticas, todos los teléfonos fijos disponen de un disco (solo ya los antiguos) o teclado (los modernos) para la marcación de los dígitos del número de abonado con el que nos queremos poner en contacto, que se puede encontrar en cualquier lugar del mundo.

### El disco de 10 dígitos

La idea del disco de 10 dígitos se le ocurrió a Lars Magnus Ericsson allá por 1884, quien fue el primero en introducirlo en un aparato telefónico de su fabricación. Este formato ha perdurado por más de un siglo en todo el mundo. Inicialmente, los discos llevaban, junto al número, una serie de letras, ya que los primeros planes de numeración incorporaban la denominación de la central a la que pertenecían, algo que aún se ve en algunos equipos telefónicos americanos.

El procedimiento tenía el inconveniente de generar tiempos muertos mientras se marcaban los números (alrededor de 200 milisegundos).

Ericsson también introdujo otra novedad muy importante en el diseño de sus aparatos: un «mango» para unir el micrófono con el altavoz receptor, lo que permitía a los usuarios tener una mano libre para cualquier otra función.

### Teléfonos de tonos

En 1963 se introdujeron en Estados Unidos los teléfonos de tono, o de teclas, en los que la marcación se realizaba más rápidamente pulsando teclas o botones, que producían una combinación de dos tonos de entre una serie de frecuencias vocales. Los números, habitualmente, se disponían en cuatro filas de tres columnas, incluyendo los símbolos \* (asterisco) y # (almohadilla) que se utilizan para servicios especiales. Esto permitía una marcación más rápida, reduciéndose el intervalo de marcación a 40 milisegundos. También facilitaba la «rellamada», al quedar el número marcado en la memoria del aparato y el teléfono procedía a marcarlo de nuevo al pulsar la tecla «R», algo que con los de disco no se podía hacer y había que volver a marcar todos los dígitos cada vez que se rellamaba.

Con los teléfonos de tonos, además, se pueden almacenar ciertos números (agenda), lo que facilita la marcación de los que más usamos.

## ¿Qué es DTMF?

Estas siglas corresponden a *Dual Tone MultiFrequency* (multifrecuencia de doble tono), el formato acordado por el CCITT para la emisión de tonos desde un teléfono de teclado. Existen 12 tonos separados, y se asigna una combinación de dos de ellos a cada tecla, incluidos el asterisco (\*) y la almohadilla (#). En la marcación por tonos, se mantiene en todo momento el circuito con la central, frente a la de impulsos, que produce una desconexión del bucle, por lo que los tonos pueden usarse para enviar una señalización al abonado llamado.

## El teléfono *Heraldo*

Este teléfono, inicialmente de disco y más tarde de teclas, tanto de sobremesa como de pared, ha estado en uso durante varias décadas en España, a partir de 1963. El diseño original, llamado *Assistant* se hizo en Standard Elektrik Lorenz (ITT), Stuttgart, pero pronto fue copiado por la Bell Telephone Manufacturing Co. de Amberes (también ITT), donde se le llamó *Assistant*. Se vendió a Telefónica, que decidió llamarlo *Heraldo*.

Las curvas de respuesta frecuencia eran casi planas, desde 300 a 3.000 Hz, con lo que la voz se transmitía con fidelidad. Otros modelos, también fabricados por la empresa CITESA, filial de Standard Eléctrica, S. A. (SESA) en Málaga, fueron el Teide, Góndola, SATAL, etc.

## Las primeras líneas

Las primeras líneas usadas para la telefonía fueron de alambres aéreos sin aislar, colocados sobre postes de madera o fachadas, pero pronto las redes se construyeron mediante cables subterráneos. Oliver Heaviside (1850-1925), físico y matemático inglés que hiciera grandes contribuciones al electromagnetismo y las telecomunicaciones, había sugerido añadir bobinas a los cables telegráficos submarinos para mejorar las condiciones de la transmisión, una idea (bobinas Pupin) que fue implementada en 1899 para las líneas telefónicas de larga distancia.

## Línea (bucle) de abonado

Todo teléfono está conectado a una central telefónica para conectarse con otros equipos telefónicos; esta conexión, conocida como «línea de abonado» o «bucle local/de abonado», se realiza mediante un par de conductores que, en la mayoría de casos, son de cobre.

En definitiva, en el conjunto de elementos de conexión entre los equipos de abonado y la central local a la que pertenecen, cada uno tiene asignado un circuito único (bucle de abonado).

En terminología inglesa también se le conoce como *Last Mile* ('última milla'), por ser su distancia media, aproximadamente, de una milla. Es la parte más difícil y cara de implementar, ya que hay que poner una por usuario.

### Impedancia de la línea

La impedancia (resistencia) característica de la línea telefónica es de  $600 \Omega$  (ohmios). Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de solo dos hilos conductores. Para combinar dos señales (ondas electromagnéticas) en una misma línea que viajen en sentidos opuestos y luego que puedan separarse se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).

### El canal telefónico

El ancho de banda de una señal es el rango de frecuencias necesario para representarla, y la medida de la cantidad de información que un medio puede transmitir por segundo. La voz es una onda continua que varía en frecuencia (altura) y amplitud (volumen), y puede ser inteligiblemente transportada por un canal de ancho de banda igual a 4 kHz, o 4.000 Hz, el que se utiliza en telefonía.

Aunque el sonido obtenido no es de alta fidelidad, se distinguen las variaciones de entonación e inflexión de la voz y las personas pueden ser fácilmente reconocidas cuando hablan por teléfono.

### Señal telefónica

La señal eléctrica generada por el aparato telefónico es de tipo analógico, modulada por la voz, y limitada, dentro de un ancho de banda de 4 kHz, a las frecuencias (vocales) de entre 300 y 3.400 Hz, dejando el resto como margen para evitar interferencias. Esta señal ha de ser transmitida a lo largo de la red hasta alcanzar su destino final, aplicando la menor distorsión y atenuación posible, para lo cual sufre un proceso de digitalización y codificación.

Por ancho de banda de un canal se entiende aquel margen de frecuencias (diferencia entre la más alta y la más baja) en que el valor de la señal cae a la mitad de su valor sobre el circuito de que se trate.

### ¿Qué es el dBm?

Nivel de potencia (dBm). Para medir el valor absoluto de la potencia de una señal, se ha especificado el valor de 1 mW como valor de referencia; por tanto, la unidad de medida dBm se refiere a un valor de 1 mW.

### Medida del tráfico telefónico

Erlang: unidad de intensidad de tráfico cuyo símbolo es *E*. Un Erlang es la intensidad de tráfico en un conjunto de órganos cuando solo uno de ellos está ocupado de manera continua. Cuando el tráfico es de un (1) Erlang, el elemento de red está totalmente ocupado durante el tiempo de medición, normalmente una hora.

El CCIF (Comité Consultatif International Téléphonique, predecesor del CCITT y de la UIT-T) dio en 1946 el nombre de Erlang a la unidad de tráfico, en honor del matemático danés Agner Krarup Erlang (1878-1929), fundador de la teoría del tráfico en telefonía, fundamental para el dimensionamiento de las redes y centrales.

Una comunicación de una hora en una línea telefónica equivale a 1 Erlang, que es una unidad de medida adimensional.

Así, un Erlang se produce cuando una línea está ocupada durante una hora; entonces puede cursar un tráfico de 3.600 llamadas/segundo, o 36 llamadas de 100 segundos de duración cada una, o cualquier otra combinación que resulte en 3.600 llamadas/segundo. Si 100 usuarios solicitan una llamada con una duración promedio de 3 minutos, el tráfico es:  $(100 \times 3 \times 60) / 3.600 = 5$  Erlangs.

Por el contrario, si un circuito tiene un tráfico de 0,5 Erlangs, significa que ha permanecido ocupado el 50 % del tiempo, es decir, 30 minutos cada hora.

## Centrales telefónicas

Al principio de su aparición, los teléfonos se fueron instalando con líneas privadas que solamente conectaban dos aparatos. Pronto fue necesario conectar a muchas personas, lo que se logró con el empleo de las centrales telefónicas.

Al comienzo de comercializarse el servicio telefónico, como los usuarios eran muy pocos, las uniones entre ellos se realizaban tendiendo hilos entre sus casas —todos con todos—, pero pronto se vio que esto era inviable, conforme crecía su número. El cielo de las ciudades empezó a verse surcado por innumerables cables sostenidos por postes situados en las calles y en los tejados, y cada vez que se daba de alta un nuevo usuario, había que tender más. Por ejemplo, para unir a cinco usuarios entre sí, se necesitaban 10 líneas, ya que la fórmula es:

$$N \cdot (N - 1) / 2, \text{ donde } N \text{ es el número de usuarios.}$$

Para unir 100 usuarios, harían falta 4.950 líneas y, para 1.000 usuarios, 499.500 (casi medio millón), siguiendo un crecimiento exponencial.

## Las primeras centrales

La primera central telefónica se instaló y puso en servicio en 1878 en New Haven, Connecticut (EE. UU.), con un sistema de conmutación operado manualmente. Un año más tarde se instaló la primera central en Inglaterra. En las numerosas centrales que rápidamente se instalaron por todo el mundo, todas las llamadas eran controladas manualmente por operadoras que conectaban la línea del que llamaba con la del destinatario. La conexión la efectuaba una operadora por medio de un par de cordones con terminales que se insertaban en los lugares correspondientes del panel de conexión, que contaba con varias decenas de enlaces, al alcance de sus brazos.

### Centrales telefónicas automáticas

La idea de automatización de las centrales aparece en los albores de la telefonía.

En 1887, Almon Brown Strowger, dueño de una funeraria en Kansas City, harto de que las telefonistas del lugar, que operaban manualmente, comunicaran los fallecimientos a la competencia, por ser familiares, inventa un dispositivo conmutador llamado Selector, que permitió la conexión telefónica automática, evitando así las pérdidas de sus clientes. Strowger fundó con sus socios la Automatic Electric Company e instaló la primera central automática en La Porte, Indiana (EE. UU.).

La Bell Telephone System no adoptó de inmediato el invento de Strowger; al cabo de unos años comenzó a adquirir las centrales de su compañía de forma masiva, hasta que en 1916 su filial de fabricación de material telefónico, la Western Electric, compró la licencia para fabricar centrales Strowger e inició su producción en 1926.

La siguiente generación de centrales, llamadas de barras (*crossbar*), fue desarrollada en la década de 1940. En 1948, la invención del transistor (semiconductor) por Walter Brattain, John Bardeen y William Shockley en los Bell Telephone Laboratories, produjo una revolución en la electrónica que condujo a la creación de centrales telefónicas de mayor velocidad, eficacia y seguridad, así como de menor tamaño y consumo.

Algunas de las primeras centrales en planta (España) han sido analógicas como las Rotary y Pentaconta (adoptadas en la década de 1960 por la CTNE para nuevas centrales y para el reemplazo progresivo de los sistemas Rotary), o digitales, como las AXE de Ericsson y las 1.240 de Alcatel.

En la actualidad ya no existen teléfonos atendidos por centralitas manuales y todos los usuarios utilizan centrales automáticas. En este tipo de central, las funciones de los operadores humanos las realizan los equipos de conmutación electrónicos de la central, que se encargan de traducir el número marcado, sea por sistema de pulsos o de tonos, y de dirigir la llamada a su destino a través de los nodos de conmutación intermedios que encuentra en su camino.

### Sustitución de las centrales analógicas

Las viejas centrales mecánicas y electromecánicas prácticamente han desaparecido. Desde la década de 1970 se han ido reemplazando por sistemas construidos con componentes electrónicos. Las últimas centrales, de tipo digital, se están instalando en todo el mundo. Conviene destacar que las centrales modernas calculan directamente la duración de las comunicaciones en tiempo (minutos o segundos), mientras que las antiguas lo hacían mediante pulsos.

### Centrales de barriada

En 1959 se introduce un nuevo elemento en la red telefónica española: 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.

## Centralitas privadas de conmutación

Una central privada automática de conmutación para aplicaciones telefónicas, denominada generalmente PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) o solo PBX, es un equipo controlado por *software* que proporciona funciones de conmutación a los usuarios conectados a ella; la PBX les permite realizar llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública de conmutación, y la operadora es la encargada de atender las llamadas entrantes y dar curso a las salientes.

## Redes de conmutación

Los sistemas de conmutación surgen a consecuencia de la inviabilidad económica de interconectar todos con todos los elementos que intervienen en una comunicación, sean del tipo que sean. Puede ser de tres tipos: de circuitos, de mensajes y de paquetes.

En telefonía, durante muchos años, lo habitual ha sido emplear la conmutación de circuitos, y aún hoy se utiliza, aunque con la digitalización se tiende cada vez más a la conmutación de paquetes. En resumen, el procedimiento se basa en la probabilidad de existencia de circuitos o vías de recorrido libre entre puntos colaterales o centrales, de manera que cuando un punto terminal desee la interconexión con cualquier otro, esta se realice a través de las respectivas vías libres entre centrales.

## Una red jerárquica

Las centrales telefónicas forman una red jerárquica. Si el código del número marcado no pertenece a esa central, pero pertenece a otra del mismo nivel y área geográfica, se establece una conexión directa entre ambas. Sin embargo, si el número marcado pertenece a una rama distinta de la jerarquía, hay que establecer una conexión entre la primera central y aquella central de conmutación de mayor nivel común a ambas, y entre esta y la segunda central; es decir, una central, de nivel superior, actúa como nexo de unión entre las de nivel inferior. Las centrales de conmutación están diseñadas para encontrar el camino más corto disponible entre ambas. Cuando se establece la conexión entre las dos centrales, la segunda activa la alarma del correspondiente receptor como si se tratara de una llamada local, para avisar y que se produzca la recepción de la llamada.

## Servicio Público Universal

El Servicio Público Universal (SPU) es un conjunto de servicios básicos de comunicaciones electrónicas cuya prestación se garantiza a todos los usuarios que lo soliciten, independientemente de su localización geográfica, con una calidad especificada y a un precio asequible. Estos servicios son:

- Suministro de la conexión a la red pública de comunicaciones electrónicas desde una ubicación fija, con capacidad de banda ancha a 1 Mbit/s.
- Prestación del servicio telefónico disponible al público desde una ubicación fija.
- Prestación del servicio de telefonía de pago con monedas o tarjetas a través de los terminales ubicados en la vía pública (cabinas telefónicas).

- Elaboración y entrega de la guía de números de abonado.
- Servicio de consulta telefónica sobre de números de abonado.
- Medidas específicas para usuarios con discapacidad.

### La telefonía rural

Otro de los grandes hitos en España del último cuarto del siglo XX, es la extensión de la telefonía en el medio rural. A finales de la década de 1960 empieza la instalación del sistema de conmutación rural PC-32 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, a pesar de las actuaciones realizadas en épocas anteriores, la telefonía rural no ha alcanzado todavía un grado de desarrollo suficiente. Por ese motivo, en 1987 la CTNE define 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 de 50 o más habitantes y con la del servicio telefónico en todos los núcleos de más de 100 habitantes.

La vieja frase de «la gente que no tiene ascensor, siempre vive en el séptimo piso» muestra que la dificultad que supone completar el servicio telefónico siempre fue la cobertura de las áreas rurales a causa de la falta de rentabilidad por la baja densidad de población, algo que acabaría resolviéndose al introducir la telefonía fija basada en GSM, lo que se conoce como TRAC (Telefonía Rural de Acceso Celular).

### Contestar al teléfono

Cuando Edison hacía pruebas con su ayudante húngaro, este repetía con frecuencia *hallom*, que significa 'oigo'.

Aunque se suele pensar que para responder a una llamada en otros idiomas basta con saludar, la mayoría tienen una o varias palabras específicas para referirse a la respuesta a una llamada telefónica. Aunque se puede decir «hola» en castellano, la forma más extendida en nuestro idioma es «¿Diga?» o «Sí, dígame», que no solo sirve para indicar que estamos disponibles al otro lado de la línea, sino que es una invitación a que se nos hable.

Mostramos a continuación algunas de las palabras que se utilizan en otros países.

*¿Está?* → Portugal.

*¡Hable!* → Latinoamérica.

*Hello.* → Inglaterra.

*Ja!* → Alemania.

*Pronto.* → Italia.

*Allo, oui?* → Francia.

*Slushaya!* → Rusia.

*Wei!* → China.

*Shalom!* → Israel.

*Moshi moshi!* → Japón.

*Haloo?* → Finlandia.

## Plan de numeración para las llamadas telefónicas

Un plan de numeración telefónica es un sistema definido por la UIT que permite a las personas realizar y recibir llamadas telefónicas de larga distancia y a través de las fronteras nacionales. Controla los códigos de país, los códigos de zona y la numeración local de todos los números de teléfono de todo el mundo. En el proceso de establecimiento y liberación de llamadas, las centrales telefónicas automáticas deben comunicarse entre sí. Esto se logra mediante sistemas de señalización diseñados por la UIT y, en el caso de las comunicaciones internacionales, las normas de señalización revisten una importancia particular.

## La paradoja del número equivocado

«¿Se ha fijado en que, cuando uno se equivoca de número al marcar, ese teléfono nunca comunica?»

Steven WRIGHT

## Cables submarinos

El servicio telefonía transoceánica se implantó comercialmente en 1927 utilizando la transmisión por radio. Sin embargo, el problema de la amplificación frenó el tendido de cables telefónicos hasta 1956, año en que entró en servicio el primer cable telefónico submarino transoceánico del mundo, que conectaba Terranova y Escocia utilizando cables coaxiales.

Es cable TAT-1, Trans-Atlantic Telecommunication, que cubría una distancia de 4.300 km con una capacidad de 50 canales telefónicos. Tres años después se tendió el TAT-2 entre Canadá y Francia, que en una distancia de 3.885 km incluía 80 repetidores de señal.

Actualmente, los cables submarinos han adoptado la tecnología de fibra óptica y son una alternativa a las comunicaciones por satélite, con la ventaja de disponer de una gran capacidad de transmisión.

Concretamente, en el caso de España, en 1965 se instaló el enlace con las islas Canarias (PENCAN 1), además de grandes enlaces internacionales, como el TAT-4 con Estados Unidos, y el BRACAN-1 que en 1973 enlazó Canarias con Brasil.

El primer cable submarino con tecnología óptica en España, el OPTICAN-1, fue instalado entre Gran Canaria y Tenerife con una capacidad de 7.680 canales de 64 kbit/s.

### Enlace entre ciudades

La mayoría de las grandes ciudades están hoy enlazadas (enlaces troncales) por una combinación de conexiones por microondas, cable coaxial, fibra óptica y satélites. La capacidad de cada uno de estos sistemas depende de su antigüedad y del territorio cubierto. La capacidad de cada tipo de sistema ha ido aumentando notablemente desde su aparición debido a la continua mejora de la ingeniería.

#### El cable coaxial

El cable coaxial, que apareció en 1936, utiliza una serie de conductores para soportar un gran número de circuitos. Los tubos de cobre protegen la señal transmitida de posibles interferencias eléctricas y evitan pérdidas de energía por radiación. Un cable, compuesto por 22 tubos coaxiales dispuestos en anillos encastrados en polietileno y plomo, puede transportar 132.000 conversaciones telefónicas simultáneamente.

Los cables coaxiales se están sustituyendo progresivamente por fibras ópticas de vidrio (o plástico, más económicas), en las que los mensajes se codifican digitalmente en impulsos de luz que se transmiten a grandes distancias.

#### La fibra óptica

La fibra óptica es un cilindro de cristal de sílice de tamaño capilar por el cual pueden circular rayos de luz que llevan modulada la información que se quiere comunicar, lo que permite a las redes transmitir gran capacidad de información a precios reducidos frente al convencional cable de cobre.

Las ondas de luz, igual que las de radio, son una forma de energía electromagnética. Se descubrieron hacia 1880, incluso antes de la invención del teléfono por Alexander G. Bell, que inventó el fonógrafo, aparato que permitía enviar mensajes vocales a corta distancia por medio de la luz y espejos.

Con la invención del láser en 1962, volvió a potenciarse esta tecnología como un nuevo soporte de transmisión fiable, de gran capacidad y de bajas pérdidas de propagación.

Un cable de fibra puede tener hasta decenas pares de fibras, y cada par soporta miles de circuitos de voz (y/o de datos). El fundamento de la nueva tecnología de fibras ópticas es el láser, que aprovecha la región visible del espectro electromagnético, donde las frecuencias son miles de veces superiores a las de la radio y, por consiguiente, puede transportar un mayor volumen de información.

#### Transmisión por fibra óptica

En 1989, el CCITT publicó normas sobre la jerarquía digital síncrona (SDH) (G.707-G.803) para la transmisión síncrona de datos por redes de fibra óptica. Estas normas se emplean en una parte considerable de la red de telecomunicaciones principal. La utilización por las empresas de telecomunicaciones de la transmisión digital síncrona en sus redes centrales, tanto de fibra óptica como radioeléctricas,

abrió camino a la tecnología, lo que permite la prestación de muchos de los nuevos servicios de datos de banda ancha. Dio origen también a las redes de alta velocidad capaces de transmitir en gigabits, y simplificó el acceso. De este modo se aprovecha plenamente la flexibilidad del control informático y se pueden gestionar las redes.

## Los radioenlaces

Como alternativa a la transmisión por cable, los radioenlaces consisten en una transmisión radioeléctrica con longitudes de ondas centimétricas, lo que corresponde a frecuencias entre 2 y 15 GHz cuyas características permiten concentrarse en haces muy estrechos y su propagación se limita al horizonte óptico. Su atenuación es más elevada que la de los cables, por lo que para efectuar enlaces de larga distancia hay que emplear repetidores para regenerar la señal en intervalos del orden de 50 km, ya que se requiere disponer de visibilidad directa entre los paraboloides, y a más distancia esta se perdería, dada la curvatura de la Tierra.

En este método de transmisión, las ondas de radio que se hallan en la banda de frecuencias muy altas, y que se denominan microondas, se utilizan como portadoras de señales telefónicas y se transmiten de estación a estación. Un canal de microondas puede transmitir varios cientos de conversaciones telefónicas simultáneas.

## La tecnología digital

Claude E. Shannon, investigador de los laboratorios Bell en el periodo 1941-1957 y profesor en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) entre 1958-1980, escribió en 1948 un libro trascendente que delineó las grandes líneas de las teorías de la comunicación y de la información. Gracias a sus estudios y experiencias, así como a las de otros investigadores, como Harry Nyquist y Alec Reeves, las telecomunicaciones avanzaron con inusitada rapidez, convirtiendo el sistema telefónico global en la máquina más compleja y automática del mundo.

## Digitalización

Uno de los grandes avances en las comunicaciones ha sido el uso de señales digitales. En telefonía, la señal se digitaliza al llegar a la central de conmutación. La comunicación entre centrales telefónicas es digital, con lo que se reduce el ruido y la distorsión y se mejora la calidad y la capacidad. La señal, de nuevo, ha de volver a ser analógica para que llegue al usuario final. No obstante, con los modernos teléfonos de Voz sobre IP (VoIP), la señal es digital durante toda la comunicación.

## Conmutación TDM

La conmutación temporal, también llamada TDM (Time Division Multiplexing) consiste en el muestreo de la señal analógica en el tiempo y en el intercambio de las muestras obtenidas; cuando las muestras se traducen a sus valores binarios (tramas MIC, Modulación por Impulsos Codificados) estamos ante la

conmutación digital, siendo de aplicación, en combinación con la anterior, en las centrales digitales. Si se quiere establecer una comunicación entre intervalos de dos tramas —canales— diferentes se necesita una conmutación espacial previa que ubique ambos canales en una misma trama.

### Modulación y conversión A/D

Todos los sistemas modernos de telecomunicaciones han adoptado la tecnología digital PCM, iniciales de *Pulse Code Modulation* (MIC, modulación por pulsos codificados). Cuando la voz se digitaliza, la forma de la onda es evaluada a intervalos de tiempo distanciados de  $1/8.000$  segundo, o sea 125 microsegundos, lo que equivale a 8.000 mediciones/s. Este valor responde al conocido teorema de la teoría de las comunicaciones (Nyquist) que afirma que, para lograr una representación adecuada de una señal, la cantidad de mediciones o muestras por segundo debe ser de, al menos, el doble del ancho de banda requerido para transmitirla, que en este caso debe ser  $4.000 \times 2 = 8.000$ .

Básicamente, la técnica MIC consiste en muestrear la señal analógica de cada canal 8.000 veces por segundo y codificar cada muestra con 8 bits, con lo que la velocidad binaria resultante es de 64 kbit/s y la del conjunto de 32 canales, que forman el circuito MIC primario (denominado E1), de  $32 \times 64 = 2.048$  kbit/s (2 Mbit/s).

### Imágenes por teléfono

Poco después de la invención del telégrafo, comenzaron a desarrollarse métodos para transmitir documentos impresos, básicamente fotografías y dibujos. Hoy en día, el télex prácticamente se ha dejado de utilizar, y el fax o facsímil está siendo sustituido por el empleo masivo del correo electrónico a través de Internet.

En la Exposición Universal de 1851 se mostró en Londres una máquina capaz de transmitir imágenes a otra máquina similar que las recibía y reproducía. La primera máquina comercial apareció en 1863 y, desde principios del siglo XX, esta tecnología comenzó a utilizarse con regularidad para enviar fotografías a las redacciones de los periódicos utilizando las líneas telegráficas.

En la década de 1920, la compañía AT&T se introdujo de lleno en el mercado de las máquinas de fax, desarrollando prototipos que incorporaban las novedades tecnológicas del momento a los procesos de lectura, transmisión y reescritura de la información.

### El videoteléfono

El videoteléfono no ha tenido mucho éxito; de hecho, más bien poco, aunque pudiera pensarse lo contrario. Una de las grandes atracciones de la Feria Mundial de Nueva York de 1964 fue el llamado Pictophone o *Videophone*, teléfono de imágenes o videoteléfono, presentado por AT&T. Con él, las personas podían verse mientras conversaban telefónicamente. En la feria, las encuestas indicaron que el 60 % de la gente opinaba que era importante ver a la persona con la que hablaba, y, consecuentemente, AT&T invirtió centenares de millones de dólares en su comercialización. Introdujo un novedoso servicio

en Pittsburgh en 1970, y en Chicago en 1971, que resultó un fracaso; las imágenes no se veían nítidamente y el servicio era muy caro. Finalmente, el invento fue desechado.

## El fax

El fax se popularizó alcanzando un crecimiento vertiginoso a partir de finales de la década de 1970. La razón de su éxito estriba en la simplicidad de su uso y en la familiaridad que tenía el público con las máquinas de hacer copias de documentos. Un fax consiste en un escáner que lee el documento que se quiere transmitir y un receptor adecuado que convierte las señales recibidas en una reproducción del original. Los aparatos incluyen un módem y transmiten la información digital a través de la red telefónica, en forma de ceros y unos. En su momento de mayor esplendor, resultó un elemento imprescindible en cualquier empresa, administración pública o en algunos hogares particulares, para uso de los profesionales autónomos.

## El fax se mundializa

La cuarta Asamblea Plenaria del CCITT que se celebró en Argentina aprobó las primeras normas internacionales para los aparatos facsímil. Llamadas normas del «Grupo 1», ayudaron al fax a invadir el mundo. Una página A4 podía transmitirse en seis minutos. En 1972 se adoptaron las normas del «Grupo 2» para los aparatos facsímil y una página se transmitía en tres minutos, con una resolución vertical de 100 líneas por pulgada. En 1980 se adoptó una norma para los aparatos facsímil del «Grupo 3», que utilizaba técnicas de transmisión digital, y una página se transmitía en menos de un minuto con una resolución de 200 líneas por pulgada (200 lpp).

## Contestadores automáticos

El contestador automático es un equipo de grabación y emisión de mensajes que se conecta a la red telefónica en serie con el terminal telefónico, en casa del usuario, cuyo objetivo es responder a las llamadas en ausencia u ocupación del mismo. Una vez activado, no interfiere en la comunicación y entra en actividad si ante una llamada entrante no se descuelga el microteléfono antes de un tiempo prefijado, que suele ser el correspondiente a la duración de entre cuatro y siete tonos de llamada.

## Datáfono

El servicio telemático de transferencia electrónica de fondos que proporciona Telefónica u otros operadores, mediante el servicio Datáfono se realiza mediante el empleo de un terminal —datáfono/teléfono de datos— y acceso a través de la Red Telefónica Conmutada (RTC), o de datos (fija o móvil). El datáfono es un terminal (TPV) que, además de cumplir con las funciones propias de un teléfono, es capaz de establecer una comunicación con un ordenador con el fin de transmitir y recibir información relacionada con las diferentes aplicaciones de transferencia electrónica de fondos.

### Sistema de señalización n.º 7

El sistema de señalización n.º 7 (SS7) se aprobó en 1981 en las Recomendaciones de la serie Q.7XX de la UIT-T. Antes de su aplicación, algunos países no habían aprobado las normas sobre la transmisión de llamadas telefónicas internacionales. El SS7 abrió camino a un funcionamiento eficaz de las redes internacionales y definió un sistema en el que la información de señalización se transmitía fuera de banda en un canal de señalización separado. De este modo se evitaban los problemas de seguridad planteados por los sistemas anteriores. El SS7 también es importante porque vincula el tráfico de VoIP con la RTC y admite servicios de red inteligente (RI).

### Jerarquía Digital Síncrona (JDS)

La Jerarquía Digital Síncrona (JDS), o en inglés SDH, normalizado por la UIT-T, es un sistema de transmisión que resuelve varias limitaciones de la antigua red de transmisión plesiócrona, entre ellas, la más importante, la sincronización.

### Nuevas aplicaciones

Las aplicaciones del servicio telefónico fijo aumentan y, a partir del año 1981, empiezan a funcionar los primeros datáfonos para realizar pagos con tarjeta en los comercios, algo muy habitual hoy en día en prácticamente todas las tiendas.

Aparece el fax y, en 1983, se regula el servicio entre «estaciones de abonado» que pasa a prestarlo la CTNE. 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 programado previamente, y 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 % de las viviendas en 1985.

### ¿Qué es ATM?

ATM es una técnica de transferencia rápida de información binaria de cualquier naturaleza, basada en la transmisión de «células» de longitud fija sobre redes plesiócronas (PDH) y/o síncronas (SDH). Debido a su naturaleza asíncrona, un flujo de células ATM puede ser transportado de forma transparente como una serie de bytes estandarizados, tanto en una trama PDH como en un contenedor SDH; de esta manera no es necesario realizar grandes inversiones en infraestructura de red.

### Las redes de datos

En muchos países, hasta la década de 1990, el dueño de la mayoría de las compañías de teléfonos fue el gobierno de cada país (como el caso de Telefónica —CTNE—, fundada en 1924). Hoy en día, casi todos los países han privatizado el servicio telefónico y las mayores corporaciones están invirtiendo grandes sumas de dinero en empresas de telecomunicaciones de otros países para adquirir mayor peso específico y convertirse en compañías globales, como es, por ejemplo, el caso de Telefónica.

Apoyándose primero en la infraestructura telefónica existente y, después, sobre redes propias construidas para ese fin, se han desarrollado las comunicaciones de datos. En sus inicios, mediante el empleo de módems, se conseguían enlazar, a través de la RTC (Red Telefónica Conmutada) o la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), ordenadores situados en diferentes localizaciones, pero la velocidad alcanzada era muy baja, por lo que las aplicaciones se limitaban al intercambio de datos tanto en aplicaciones empresariales como entre particulares. Una de las aplicaciones que tuvo cierto éxito para el acceso a la información, fue el Videotex, que ofrecía un servicio similar al que hoy nos da Internet, pero más limitado. Ibertex era la denominación del servicio español de Videotex.

En la actualidad, con las redes de banda ancha y tecnologías como el ADSL, el cable o la fibra, se consiguen velocidades de varios Mbit/s, o incluso Gbit/s, más que suficientes para transmitir todo tipo de señales, desde la voz a las imágenes (vídeo y televisión). La digitalización de las redes, la utilización masiva del protocolo IP (Internet Protocol) y la convergencia de redes y servicios (fijo-móvil) está haciendo que las comunicaciones de datos se estén extendiendo ampliamente y admitiendo nuevas aplicaciones como, por ejemplo, la telefonía sobre Internet.

## La teleinformática

Se puede definir como la asociación de la informática a las telecomunicaciones combinando el tratamiento de datos por medio de ordenadores con la transmisión de la información en forma binaria.

Esta transmisión de datos se podía hacer por redes no especializadas como el télex, con velocidades de 50 y 200/300 baudios, o a través de la red telefónica conmutada, que, mediante la utilización de módems, permite transmitir flujos de información de 300, 1.200, 2.400, 4.800, 9.600 bits/s o incluso más.

Otra opción es utilizar redes privadas especializadas, o redes públicas de conmutación de circuitos (IBERMIC), una red de conmutación de canales de 64 kbit/s de voz y datos que utiliza enlaces de 2 Mbit/s entre sus nodos, o paquetes (IBERPAC) que hacían uso del sistema TESYS desarrollado por Telefónica en España.

Últimamente, se utilizan casi exclusivamente las redes de banda ancha, tanto privadas como públicas, con el protocolo propio de Internet, el protocolo IP.

## Formas de transmisión: analógica y digital

En general, existen dos maneras de transmisión de la información. Una es en forma analógica, en la que la tensión entre los conductores de la línea varía en función del sonido recogido por el transductor, siendo estas variaciones detectadas por el receptor y de nuevo transformadas en sonido. Otra es la forma digital, en la que las variaciones de tensión producidas por el sonido son transformadas en señales digitales mediante un conversor analógico/digital, para su transmisión por la red telefónica, siendo en el receptor convertidas de nuevo en sonido mediante un conversor digital/analógico.

### El módem

Los módems (moduladores/demoduladores) son unos dispositivos que permiten establecer una comunicación de datos entre dos dispositivos/terminales por medio de la red telefónica. Alcanzaron una gran popularidad hace unas décadas, pero hoy están prácticamente en desuso debido a sus limitaciones y a la baja velocidad que alcanzan. Inicialmente ofrecían entre 300 y 1.200 bit/s hasta llegar a 19.200 bit/s o incluso hasta 28.000 bit/s y 56 kbit/s en algunos modelos, dependiendo de la calidad de la línea.

Sin las normas de módems del UIT-T, Internet no habría tenido la difusión que ha experimentado. En 1998 apareció la norma V.90 para la nueva generación de módems para marcación de 56 kbit/s. Los trabajos sobre la norma V.92 comenzaron en 1999, y esta se aprobó en el año 2000. Proporciona una mejora doble para las velocidades de datos entrantes.

### ¿Qué fue la RDSI?

La RDSI fue un proyecto de la Unión Europea de finales del año 1980 para digitalizar las redes de telecomunicación que ofrecía a los operadores una gama de nuevos servicios digitales. Su éxito fue muy limitado y acabó en desuso, siendo reemplazada por otras tecnologías más eficaces y dotadas de mayor capacidad de transmisión. La verdadera aplicación de la RDSI sucedió con la llegada de Internet, que ofrecía enlaces a 64 kbit/s, mucho más de lo que se podía conseguir con los módems.

La red digital de servicios integrados (RDSI) se convirtió en la norma internacional de transmisión de voz y datos simultáneamente en todo el mundo a través de una conexión digital de extremo a extremo. Admite velocidades de transferencia de datos de 64 kbit/s. Los trabajos sobre este primer sistema telefónico totalmente digital de conmutación de circuitos comenzaron en 1984. Se elaboró una familia de recomendaciones (serie I) que plasmaba los principios y directrices del concepto de RDSI y especificaba de manera detallada las interfaces entre usuarios y redes.

### Acceso básico (2B+D)

Proporciona dos canales de 64 kbit/s y un canal D de 16 kbit/s para señalización. Está soportado físicamente por una instalación a cuatro hilos, dos para transmisión y dos para recepción en configuración de bus de datos denominado Bus Pasivo, al que se pueden conectar hasta 8 terminales, si bien solo dos pueden estar en comunicación simultáneamente.

### Acceso primario (30B+D)

Proporciona 30 canales de 64 kbit/s y un canal D de 64 kbit/s para señalización. En la instalación de usuario se dispone de 2.048 kbit/s (E1). Está pensado para usuarios con grandes necesidades de comunicación y se suele utilizar para conectar centralitas, redes de área local y otros dispositivos que generan grandes flujos de información.

## Acoplador acústico

Dispositivo que, mediante el acoplamiento mecánico del microteléfono, permitía la transmisión de datos, transformando las señales acústicas (tonos emitidos/recibidos) en señales eléctricas que podían ser transmitidas por la red telefónica conmutada, a baja velocidad, entre 300 y 1.200 bit/s.

## La red IBERPAC

La puesta en servicio en 1971 de la Red Especial de Transmisión de datos fue un hecho singular para su tiempo. La CTNE se anticipaba así a otros operadores europeos al ofrecer una solución de red pública de conmutación de paquetes para cubrir las necesidades de las empresas españolas. Utilizaría el protocolo X.25.

## El TESYS

En 1978 se empieza a utilizar un ordenador específico para comunicaciones que se convierte en el soporte de los centros de red IBERPAC. Este equipo es el sistema TESYS (Telefónica, Secoinsa y Sitre) que empieza a utilizarse inicialmente en su modalidad TESYS-1 y más tarde TESYS-5 (Centro de Interconexión y Conmutación), formado por hasta un total de 36 TESYS-1 unidos a un bus común.

## Ibercom

El servicio Ibercom es un servicio de red privada virtual (RPV) ofrecido por Telefónica en el ámbito de las comunicaciones de empresa desde el año 1985. Su característica básica es que soporta simultáneamente comunicaciones de voz, datos e imagen y tiene una infraestructura completamente digital. Sus facilidades más conocidas son las de acceso directo de las llamadas a las líneas de usuario (marcación directa entrante), soporte de un plan de numeración privado de ámbito nacional, con números cortos para uso interno y otros largos, insertados en el plan de numeración nacional, así como tener una tasación específica por la que las llamadas internas son sin coste.

## ¿Qué es el PTR?

El PTR (Punto de Terminación de Red) es la cajita que nos coloca Telefónica en casa para terminar su línea de pares que viene desde la central. De ella partirá el cableado interno o conectaremos directamente a ella nuestro teléfono analógico. Consta, además, de un interruptor para «puentear» la línea y que el operador pueda hacer las pruebas correspondientes del circuito en caso de producirse alguna avería, independizando la instalación exterior de la interior (establecer un bucle).

## Codificación de audio

La tecnología de comunicación de voz más utilizada actualmente, la RTC, utiliza normas de codificación de voz elaboradas por el UIT-T (Recomendaciones G.711 y de la serie G.72x), aparecida en 1988.

Los últimos códecs, definidos en la década de 1990, se utilizan en la mayoría de las aplicaciones de VoIP (Voz sobre IP).

### Conmutación de paquetes

Sistema de conmutación que permite recoger los datos que hay que transmitir y los trocea en pequeños paquetes a los que, como si se tratara de un envío postal, se le añade la dirección de origen y de destino. Su uso es masivo en Internet, con el protocolo TCP/IP, y frente a la conmutación de circuitos presenta la ventaja de que es mucho más eficiente, ya que la ocupación del canal depende del tráfico, no del tiempo.

### Servicios 900

Entre estos servicios de la red inteligente destacan los muy conocidos como números o líneas 900 (en Estados Unidos, 800 o números verdes). La característica general de estos es que el número es único, independientemente del número de conexiones a la red y de su localización geográfica, lo que permite que, por ejemplo, una empresa disponga de un cierto número para prestar atención a sus clientes nacionales. Su tasación varía según el tipo de número 900 que sea.

Los 9xx y 8xx tienen varios escalafones de cobro, que comienzan por los 900 y 800, números que siempre son gratuitos para el que llama. Llamar a un número 900 (u 800) es hacer una llamada a cobro revertido, ya que quien paga es quien la recibe, y se utiliza en ocasiones para dar atención al cliente y otros tipos de servicios.

### Plan de numeración de telefonía internacional

En 1997 se aprobó el plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas (E.164) para los números en todo el mundo. Proporciona la estructura y funcionalidad de las cuatro categorías de números utilizados para las telecomunicaciones públicas internacionales: zonas geográficas, servicios globales, redes y grupos de países. La norma es fundamental hoy en día para las redes de telefonía pública y sin ella no sería posible establecer fácilmente las comunicaciones internacionales.

### Multiplexación

En telecomunicación, la multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado «multiplexor». El proceso inverso se conoce como «demultiplexación». En telefonía se utilizan multiplexores telefónicos para la combinación de múltiples canales y así transmitir numerosas conversaciones telefónicas sobre un mismo circuito.

La técnica MDF (multiplex por división en frecuencia) es uno de los procedimientos utilizados en telecomunicaciones para agrupar varias comunicaciones y transmitir las simultáneamente sobre un portador, con el fin de descomponer dicho agrupamiento en el extremo distante y recuperar individualmente cada comunicación original.

## Portabilidad

Cambio de operador o portabilidad en telefonía fija. Si se desea conservar el número de abonado para el servicio de telefonía fija, aunque se cambie de compañía telefónica, lo que se conoce como portabilidad, se puede hacer, previa solicitud, siempre que no haya modificación del servicio ni de la ubicación geográfica.

Podríamos decir, irónicamente, que ¡la portabilidad se produce cuando dos operadores van detrás del mismo usuario!

## Preasignación

Es facultad del abonado decidir si quiere canalizar las llamadas a través de un número y de una compañía concreta, sin necesidad de marcar prefijo alguno. Dicha preselección podrá ser global o para llamadas de larga distancia. Asimismo, cabe la posibilidad de que se pueda contratar el servicio de marcación indirecta desviando las llamadas a través de otro operador mediante la marcación de un prefijo determinado.

## Línea de abonado digital (DSL)

En 1993 apareció la primera normalización relativa a la tecnología de línea de abonado digital (DSL). La línea de abonado digital asimétrica (ADSL), definida en la serie G.992 de las Recomendaciones UIT-T, utilizaba la técnica multitono discreto (DMT) para proporcionar una mayor variedad de servicios a través de las tradicionales redes de telefonía de cables de cobre. La DSL significaba que a los sistemas de cables de cobre pertenecientes a las compañías de telecomunicaciones titulares se les ampliaba la vida útil, aportando una anchura de banda mayor a las pequeñas empresas y a los abonados residenciales.

## ADSL: más «vida» al cable de cobre

Tecnología utilizada para aumentar la capacidad de transmisión de los cables de cobre que permite llevar la banda ancha a hogares que no disponen de fibra óptica. El acrónimo procede del inglés: *Asymmetric Digital Subscriber Loop*. Permite alcanzar velocidades de datos de hasta 20 Mbit/s en bajada, dependiendo de lo lejos que esté la central telefónica que nos presta el servicio telefónico y de Internet, ambos por la misma línea de cobre, el par de abonado.

## Cobertura directa

Se entiende por cobertura directa cuando el operador está presente en la central telefónica de nuestra zona. Es decir, cuando Jazztel, Orange o Vodafone instalan sus equipos junto a los de Telefónica, por lo que pueden acceder a nuestra línea telefónica y darnos servicio. En las grandes ciudades, los principales operadores casi siempre disponen de cobertura directa, que es mejor que la indirecta, ya que permite contratar las mejores ofertas (más baratas y más rápidas).

### Cobertura indirecta

La cobertura indirecta es cuando el operador no está físicamente en la central de nuestro barrio y utiliza la red de Telefónica para llegar a nuestra línea (reventa de servicios). Esto se produce especialmente en lugares en los que a las compañías no les es rentable instalarse. Con este tipo de cobertura no nos pueden ofrecer un precio tan competitivo, ya que la compañía tiene que asumir un coste más alto para ofrecerte la conexión y además está sometida a las limitaciones de la red de Telefónica.

### Tarifa plana

Hasta no hace mucho, la tasación de llamadas era por minutos, pero en la actualidad, y tras la implantación masiva de ADSL y, últimamente la fibra FTTH, la mayoría de operadores de telefonía ofrecen una tarifa única que incluye llamadas ilimitadas a números fijos a un precio único. Los números de «tarificación especial» o llamadas internacionales no entran en esta tarifa. Dentro de esta tarifa plana también se incluye acceso a Internet y, si lo tenemos contratado, televisión y móviles.

### VDSL2, datos a alta velocidad sobre el bucle de abonado

La Recomendación UIT-T sobre línea de abonado digital de muy alta velocidad binaria (VDSL2) se publicó en 2006. Permite a los operadores competir con los suministradores de cable y de satélite ofreciendo servicios como televisión de alta definición (TVAD), vídeo bajo demanda, videoconferencia, acceso a Internet de alta velocidad y servicios locales avanzados tales como VoIP, a través de la red de telefonía normalizada de líneas de cobre. VDSL2 puede proporcionar velocidades de hasta 100 Mbit/s en distancia cortas, tanto en sentido ascendente como descendente, lo que supone una velocidad cinco veces mayor que ADSL. Ofrece la llamada extensión de fibra, aportando una anchura de banda similar a la de la fibra óptica.

### OBA (Oferta del Bucle de Abonado)

Mediante el Real Decreto 3456/2000, de 22 de diciembre, el Gobierno aprobó el Reglamento que rige las condiciones de acceso indirecto y desagregado al bucle de abonado. Con esta medida se facilitaba el acceso a los bucles de abonado de Telefónica —pares de cobre/de abonado— para que los operadores alternativos también pudieran ofrecer el ADSL. A partir de ese momento, la oferta de acceso a Internet a través de la RTC se desarrolló a gran velocidad, con una amplia oferta.

### VoIP

En general, cuando hablamos de VoIP, casi instintivamente pensamos en la transmisión de voz sobre Internet; sin embargo, como su nombre indica, VoIP se refiere a la transmisión de voz paquetizada, cuyos paquetes usan el protocolo IP en capa 3 (Red). La red de transporte puede ser una red privada o, por supuesto, Internet. Cuando usamos VoIP en Internet no podemos garantizar la calidad de servicio, la QoS solo se logra si tenemos una red privada con control de los recursos.

Cada vez es más común que, desde nuestras casas u oficinas, se emplee la VoIP para comunicarnos a través del teléfono, ya que nos llegan la voz y los datos por la misma línea, bien sea el par de cobre (ADSL), el cable (HFC) o la fibra óptica (FTTH).

## **Ayuda para proporcionar VoIP**

La norma H.323 facilita la distribución de señales de voz, vídeo y datos a través de redes y ordenadores, tales como Internet, y sigue siendo la norma más utilizada para esta tarea. La familia de normas H.323 ha sido fundamental para impulsar el desarrollo de los nuevos servicios VoIP, logrando un amplio apoyo por parte de los vendedores de equipos debido a la interoperabilidad que permite. Se estima que los sistemas que utilizan H.323 cursan miles de millones de minutos vocales cada mes.

## **Redes de próxima generación**

La expresión «redes de próxima generación» (NGN) se refiere a la transferencia de las redes con conmutación de circuitos a las redes basadas en paquetes, que la mayoría de operadores del mundo se plantean llevar a cabo durante los próximos años. Ello significará unos costes reducidos para los suministradores de servicio, que además podrán ofrecer una mayor variedad de ellos. En 2004, los trabajos sobre las normas NGN hallaron acomodo en la UIT-T tras un intenso debate de la industria. La UIT-T creó un grupo temático que elaboró las normas mundiales para las NGN.



# Capítulo 3

---

## Radio y televisión

*De la galena a la TDT*



### Introducción

Las ondas de radio, que resultan invisibles para nuestros sentidos, son capaces de transmitir conversaciones, música, imágenes y datos a través del aire o del vacío más absoluto, alcanzando distancias de miles de kilómetros. Aunque son invisibles e indetectables por el ser humano y otros seres vivos, han influido notablemente en la sociedad. Con independencia de si hablamos de teléfonos móviles, emisoras de radio, televisión o cualquier otra tecnología inalámbrica, todas usan ondas de radio para la comunicación.

El abanico de dispositivos que utilizan las ondas de radio es muy amplio, pues desde los radares de control aéreo o de tráfico hasta los enlaces de microondas dependen de este tipo de ondas. Las emisiones de radio y televisión y los satélites de navegación serían imposibles sin las ondas de radio, como también la aviación y la navegación marítima moderna.

Aunque fueron necesarios muchos experimentos y descubrimientos en el campo de la electricidad hasta conocer la existencia y funcionamiento de las ondas de radio, en realidad su nacimiento data de 1873, año en el que el físico británico James Clerk Maxwell publicó su teoría sobre las ondas electromagnéticas.

Asombrosamente, la tecnología en la que se basa el núcleo de la radio es realmente sencilla. Las ondas electromagnéticas se generan mediante equipos especializados, se transmiten sin necesidad de un medio físico hasta que son detectadas por los equipos distantes a los que alcanzan con la suficiente intensidad; pero para llegar hasta lo que hoy son los aparatos de radio y televisión modernos, la humanidad debió recorrer un largo camino de investigaciones y experimentación, con fracasos y éxitos.

Fueron muchos los que participaron en esta apasionante aventura. Entre ellos cabe destacar a Guglielmo Marconi, al que se considera el padre de la radio, aunque habría que decir de la radiotelegrafía. Se apoyó en muchos de los conocimientos de otros ingenieros y científicos y realizó las primeras transmisiones a larga distancia, logrando por primera vez que las ondas de radio cruzaran el inmenso océano Atlántico. Aunque su utilización era para la telegrafía sin hilos (TSH), no fue hasta la llegada de la década de 1920 que los avances tecnológicos permitieron la difusión de la voz, dando lugar a la «radiodifusión» y a la proliferación de numerosas cadenas de radio comercial.

**Figura 3.1 Marconi experimentando con la radio**



Las primeras emisiones públicas de radio a nivel mundial se produjeron en 1912, especialmente como consecuencia de la proliferación de señales de radio provenientes del transporte marítimo y de las estaciones terrestres de comunicación. Varios historiadores pregonan que la radio pública se originó como consecuencia de las enormes dificultades de comunicación puestas en evidencia durante el hundimiento del famoso transatlántico *Titanic* el 12 de abril de 1912, ya que este intentó comunicarse sin lograr una respuesta eficaz de los barcos o puertos cercanos; tras esta tragedia, comenzó la discusión en cada país para ver cómo evitarlas en el futuro, pues era necesario reglamentar las emisiones radiofónicas. El objetivo era lograr un sistema de comunicaciones más eficiente y al alcance de gran parte de la humanidad.

Tras ello, en Estados Unidos (1920), se asignan por primera vez frecuencias exclusivas a las estaciones de radio. Durante la década siguiente se organizaron cientos de emisoras privadas mientras el Gobierno del país apoyaba e incentivaba la aparición de las primeras cadenas de radio por todo su territorio. Ya en los primeros años de la radio, el gobierno norteamericano fue consciente del poder masivo que tendría este medio de comunicación en la siguiente década, utilizado como propaganda e influencia en las masas.

Así, la radio comercial, tal como hoy la conocemos, nació en 1922. Al principio, su uso mayoritario era emitir «cuñas» publicitarias, acompañadas de música, para apoyar el creciente mercado de nuevos productos que estaban saliendo a la luz en Europa y en Estados Unidos. Al poco tiempo, solo un año más tarde, comenzaron los primeros programas de narraciones e historias para entretener a los oyentes, que tuvieron una gran aceptación por parte de la audiencia. Con todo ello se demostró que el sonido (voz y música) era un innovador y sorprendente elemento.

**Figura 3.2 Receptor de radio a válvulas**



La difusión de la radio se produjo de una manera muy rápida e intensa en todo el mundo durante la década de 1930 y los estados tienen que intervenir en el reparto del espacio radioeléctrico mediante la concesión de canales para evitar las interferencias de emisoras y la sobreexplotación de los recursos disponibles por parte de algunas empresas, en detrimento de otras. Ello fue posible, en gran parte, gracias al perfeccionamiento de los equipos transmisores y receptores, con bandas cada vez mejor

delimitadas, más selectivas. Los contenidos van poco a poco incluyendo música y no solo palabras, convirtiéndose en una agradable combinación para las audiencias.

Un fenómeno que cambió la situación existente se produjo cuando aparecieron los semiconductores a mediados del siglo XX y, unas décadas más tarde, los circuitos integrados. Con ellos llegó un elemento nuevo que ha revolucionado la electrónica hasta nuestros días, el transistor. Hoy en día, la radio es técnicamente distinta, emplea otros componentes de tamaño y consumo mucho más reducidos que originalmente, pero su principio de funcionamiento sigue siendo el mismo, no ha cambiado, y ello hace que podamos emplear receptores antiguos para escuchar las actuales emisiones, aunque eso sí, probablemente, con menor calidad.

Por otra parte, además de la emisión de voz y música o texto, la transmisión de imágenes estáticas mediante métodos eléctricos fue un ideal perseguido casi desde el instante en que se inventó el telégrafo; la emisión de imágenes en movimiento, lo que sería la televisión, vendría después. Si inicialmente las ondas de radio se emplearon para enviar texto y datos (telegrafía) y la voz a distancia, no pasó mucho tiempo para que algunos pensasen también en utilizarlas para enviar imágenes. Así, en las primeras décadas del siglo XX se realizaron numerosas experiencias con este fin, que culminaron en no mucho tiempo, como todos conocemos, con notable éxito dadas las dificultades que entrañaba.

Según el *Diccionario* de la RAE, la definición de «televisión» (de *tele-* y *-visión*) es «Transmisión de imágenes a distancia mediante ondas hercianas». Con ella, podemos ver lo que sucede a nuestro lado, o a miles de kilómetros, en tiempo real.

Como ha pasado con otros muchos inventos, la invención y desarrollo de la televisión no ha sido labor de un solo hombre, ni se produjo en un instante, sino que llevó varios años desde las primeras ideas concebidas hasta disponer de prototipos funcionales: muchos científicos e ingenieros participaron de una forma u otra en la creación de los primeros aparatos emisores/receptores, así como en su evolución y perfeccionamiento posteriores. Así pues, la historia del desarrollo de la televisión está marcada, en primer lugar, por la búsqueda de un dispositivo capaz de explorar y codificar la imagen que se quería transmitir y, en segundo lugar, por otro dispositivo capaz de reproducirla en la distancia, ya que ambos son complementarios.

En este proceso, un primer paso se produjo cuando, en 1884, el ingeniero alemán Paul G. Nipkow presentó un disco que, al girar delante del ojo, conseguía explorar una imagen por partes, pero, debido a la naturaleza mecánica del disco, este no funcionaba de forma eficaz con tamaños de imagen grandes y altas velocidades de giro, proporcionando una mala resolución. Por tanto, las investigaciones siguieron, y la televisión mecánica, complicada de por sí y de muy poca resolución, muy pronto se vio superada por la televisión electrónica, que se mantiene hasta nuestros días, aunque muy perfeccionada si la comparamos con los modelos primitivos.

Un acontecimiento muy importante fue cuando, en 1925, en el periodo de entreguerras, el ingeniero de origen escocés John Logie Baird unió en un mismo aparato el disco de Nipkow y una célula fotoeléctrica de selenio capaz de transformar la luz recibida en cortos impulsos eléctricos. La transmisión de la imagen se realizó mediante cable telefónico y, posteriormente, por radiotelefonía. En 1929, la BBC

(British Broadcast Co.) de Londres manifestó cierto interés por sus investigaciones después de que este, en 1928, lograra transmitir imágenes desde Londres hasta Nueva York, todo un éxito que tuvo una enorme repercusión en los medios de comunicación.

**Figura 3.3 Equipo de TV mecánica de Baird (c. 1930)**



Una vez superados los inconvenientes técnicos que surgieron durante el periodo de emisiones en pruebas, los primeros programas regulares de televisión se transmitieron a partir del 2 de noviembre de 1936 desde el Alexandra Palace de Londres. El comienzo de la segunda guerra mundial supuso una interrupción de las transmisiones televisivas, que no se reanudaron hasta poco después de su finalización, en 1946. Poco tiempo después, el 14 de junio de 1946, muere Baird, quien estaba trabajando en un nuevo invento, la televisión en color, llegando a finalizar su «telecromo», un aparato capaz de transmitir imágenes en color.

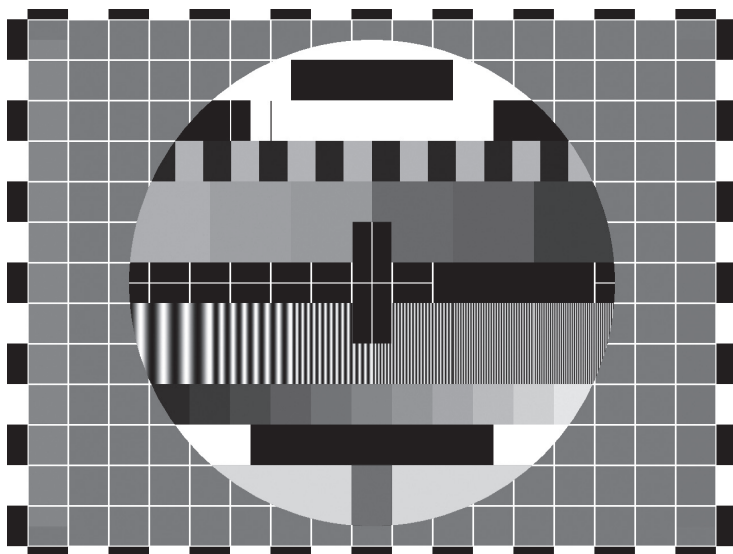
Al terminar la segunda guerra mundial, la televisión tuvo casi que empezar de cero. Las empresas de material radiofónico vieron la oportunidad de negocio y se lanzaron a este nuevo mercado, en el que uno de los principales problemas fue la definición de las imágenes y su normalización. Así, mientras Estados Unidos conservaban las 525 líneas, la BBC británica permaneció fiel a sus 405 líneas (menor resolución), y el resto de países europeos se agruparon en 625 líneas, lo que llegó a ser, con el paso del tiempo, una especie de consenso mundial, dada su mejor resolución y calidad.

La televisión electrónica, hacia finales de la década de 1940, había desplazado por completo a la mecánica (muy compleja), y los fundamentos básicos para conseguir la televisión en color ya se habían establecido. Se empezaron a ofrecer resultados prácticos y se iniciaron las primeras emisiones, aunque con algunas limitaciones hasta que en 1953 llegó el primer sistema compatible, el NTSC (irónicamente *Never Twice Same Colour*, debido a su mala calidad de reproducción de los colores en sus inicios).

La televisión tuvo y tiene una gran influencia en la sociedad. Estudiar y entender la implantación, crecimiento y desarrollo de la televisión ayuda a comprender los cambios sociológicos y políticos que se han ido sucediendo a lo largo de las últimas décadas. En 1948, solo dos países de habla inglesa, Estados Unidos y Gran Bretaña, disfrutaban de emisiones regulares de televisión. Ante esta situación, a finales de esta década, en todos los países europeos se realizaron campañas de publicidad para pro-

mover la televisión. En Europa occidental, las emisiones comenzaron en 1951 en los Países Bajos; en 1953, en Bélgica y Dinamarca; en 1955, en Austria, Luxemburgo y Mónaco; y, en 1956, llegó a España y Suecia.

**Figura 3.4 Carta de ajuste utilizada en España**



La llegada del nuevo medio de comunicación —la televisión— a España fue bastante tardía, como se ha comentado, si la comparamos con otros países de nuestro entorno europeo. La Administración no estaba preparada para asumir el funcionamiento de un medio que iba a cambiar la vida de sus ciudadanos, y debido al régimen político imperante en esos momentos, había una cierta preocupación acerca de los efectos que se podrían llegar a producir. Así las cosas, las emisiones regulares de TVE empezaron, para Madrid, el domingo 28 de octubre de 1956.

Desde entonces, los avances en la televisión han sido espectaculares, tanto en la emisión como en los propios receptores: el color, la alta definición, las pantallas planas, las imágenes 3D, la TDT, la interactividad, etc. Todo ello ha contribuido a que la televisión sea, con diferencia, el electrodoméstico más introducido en todas las casas, y al que se le dedican muchas horas, aunque los hábitos están cambiando con la implantación universal de Internet y la utilización de ordenadores y teléfonos móviles, ya que muchos usuarios prefieren ver los programas en sus terminales personales, tabletas o *smartphones* en privado, en lugar de verlos en el televisor familiar, situado en el salón de casa.

### Registro y reproducción del sonido

Corría el año 1807 cuando Thomas Young consiguió grabar las primeras vibraciones acústicas en un cilindro recubierto de humo negro. En 1859 se describe un procedimiento de una patente francesa para escribir o dibujar por medio del sonido con un aparato denominado «fonoautógrafo». Correspon-

de a Charles Cros la primicia de dar una descripción detallada y precisa de un dispositivo capaz de registrar y reproducir los fenómenos acústicos. Pero en 1877 Thomas A. Edison presenta una patente en New Jersey para el registro y la reproducción del sonido, replicada al año siguiente por Cros y que incluía la posibilidad de reproducir discos mediante surcos en relieve en un metal.

Las primeras palabras de un fonógrafo en 1887 que pronunció Edison fueron «*Mary had a little lamb*» ('María tenía un corderito').

## Primeros experimentos

En 1888, Hertz generó algunas ondas electromagnéticas en su laboratorio. Midió su velocidad y llegó a la cifra que nos resulta tan familiar de 300.000 km/s, una evidencia muy fuerte de que la luz y las radiaciones electromagnéticas son lo mismo.

## El cohesor

El cohesor resultó ser un elemento esencial para la captación de las ondas de radio en los momentos iniciales de la historia.

En algunos experimentos, en los que se hacía circular una corriente de una célula voltaica a través de una válvula rellena de limaduras metálicas, estas se aglomeraban al ser bombardeadas con ondas de radio, lo que servía para detectarlas, aunque su efecto era muy simple. Este principio lo utilizaron el físico británico Oliver J. Lodge y el francés Edouard Branly en un dispositivo llamado «cohesor» para detectar la presencia de ondas de radio.

## El padre de la radio

El ingeniero electrotécnico e inventor italiano Guglielmo Marconi está considerado universalmente el inventor de la radio, aunque no solo él fue el artífice de este invento. A partir de 1895, tras leer la biografía de Hertz, empezó a trabajar en la idea de usar las ondas electromagnéticas para transmitir señales, y fue desarrollando y perfeccionando el cohesor (un tubo aislante de corta longitud lleno de limaduras de hierro), que conectó a una forma primitiva de antena, con el extremo conectado a tierra. Además, también mejoró los osciladores generadores de chispa conectados a antenas rudimentarias.

## Nikola Tesla

Si bien Marconi es considerado el padre de la radio, sucede algo parecido al caso de Bell y Meucci con la invención del teléfono y, hoy en día, existe una amplia corriente a favor del reconocimiento de las importantes aportaciones del científico e inventor austro-húngaro Nikola Tesla, quien, ya en 1894, había realizado una demostración de la comunicación inalámbrica por medio de ondas de radio unos años antes de que lo hiciera Marconi. Por todo ello, en 1943, la Corte Suprema de Estados Unidos lo acreditó como el verdadero inventor de la radio.

Nikola Tesla fue un prolífico inventor, ingeniero mecánico, ingeniero electricista y físico de origen serbio y el promotor más importante del nacimiento de la electricidad comercial (se recomienda leer su biografía completa). Se le conoce, sobre todo, por sus numerosas y revolucionarias invenciones y demostraciones en el campo del electromagnetismo, desarrolladas a finales del siglo XIX y principios del XX. Las numerosas patentes que obtuvo Tesla a lo largo de su vida y su formulación teórica formaron las bases de los sistemas modernos de potencia eléctrica por corriente alterna, incluyendo un sistema de distribución eléctrica en varias fases y el motor de corriente alterna.

Tan notables fueron sus trabajos que, tras su demostración de la comunicación inalámbrica por medio de ondas de radio en 1894, fue ampliamente reconocido como uno de los más grandes ingenieros electricistas de todos los tiempos. Su algo excéntrica personalidad y sus increíbles afirmaciones para la época acerca del futuro de las innovaciones científicas y tecnológicas, hicieron que se le considerase un científico algo loco, falleciendo pobre y triste a los 86 años.

### Superando la distancia

A finales del siglo XIX, el italiano Marconi consiguió transmitir señales desde una distancia de un par de kilómetros, y registró su primera patente inglesa en 1896. En 1897 transmitió señales desde la costa hasta un barco situado a 29 km en alta mar. Dos años más tarde logró establecer una comunicación comercial entre Inglaterra y Francia capaz de funcionar con independencia del tiempo. A principios de 1901 consiguió enviar señales a más de 322 km de distancia, todo un logro, y a finales de ese mismo año transmitió el contenido de una carta de uno a otro lado del océano Atlántico, consiguiendo abrir nuevas expectativas para el correo.

### Las ondas cruzan el Atlántico por primera vez

Se puede decir que la era de la telegrafía sin hilos se inició el 12 de diciembre de 1901. Tras elevar los hilos que constituían la antena receptora con globos hasta una altura de 120 metros en las proximidades de unos barracones en San Juan de Terranova (Canadá), Marconi consiguió captar una serie de puntos y rayas, la letra S del código morse, una señal que acababa de recorrer los 3.360 kilómetros que separaban a Marconi de (Poldhu) Cornwall, en Gran Bretaña, desde donde la emitió uno de sus colaboradores. Esta señal culminó muchos años de experimentación.

### La radio pasa a ser comercial

En 1902 ya se enviaban de forma regular mensajes transatlánticos con éxito, así que, en 1904, Marconi, con una gran visión de negocio, llegó a un acuerdo con la Oficina de Correos británica para la transmisión comercial de mensajes por radio. Ese mismo año inauguró el primer periódico oceánico a bordo de los buques de la línea Cunard, que recibían las noticias por radio desde alta mar.

El potencial comercial de la radio empezaba y no tardaría muchos años en consolidarse como uno de los medios más empleados para el ocio y entretenimiento.

## Colaboración en tragedias

El importante papel que jugó la radio en la salvación de cientos de vidas con ocasión de los desastres del *Republic* (1909) y el *Titanic* (1912) hizo mundialmente famoso el nombre de su inventor: Marconi.

## Por primera vez se transmite una obra teatral por radio en España

El 7 de marzo de 1929, la Unión Radio transmite por primera vez en Madrid una obra teatral. La obra, radiada desde el Teatro Español, fue el drama de Juan Ignacio Luca de Tena, *Las hogueras de San Juan*.

## El premio Nobel

La labor de Marconi fue muy notable y, como reconocimiento a sus trabajos en el campo de la telegrafía sin hilos, en 1909 tuvo el honor de compartir el premio Nobel de Física con el físico alemán Karl Ferdinand Braun, inventor del tubo de rayos catódicos con una pantalla fluorescente, elemento clave para la recepción de imágenes por televisión.

## La ionosfera

En 1902, el ingeniero estadounidense Arthur Edwin Kennelly y el físico británico Oliver Heaviside (de forma independiente y casi simultánea) anunciaron la probable existencia de una capa de gas ionizado en la parte alta de la atmósfera que afectaría a la propagación de las ondas de radio a esa altura. Esta capa es una de las de la ionosfera y, aunque resulta transparente para las longitudes de onda más cortas (las altas frecuencias), desvía o refleja las ondas de longitudes más largas (las bajas frecuencias) y, gracias a esta reflexión, las ondas de radio se pueden propagar más allá del horizonte, permitiendo la transmisión a grandes distancias a pesar de la curvatura de la Tierra, que si no lo impediría.

Descubierta mediante el lanzamiento de globos sonda a finales del siglo XIX, esta capa atmosférica, que se extiende desde los 50 hasta los 500 o más kilómetros de altura en latitudes medias, es donde, a veces, se producen las auroras boreales.

## El tubo de vacío

El tubo de vacío, también llamado válvula electrónica, lámpara, o válvula termoiónica, es un componente electrónico utilizado en el pasado, durante décadas, para amplificar o modificar una señal eléctrica mediante el control del movimiento de los electrones entre filamentos y placas/electrodos en un espacio a muy baja presión, o en presencia de gases inertes, lo que hace que los elementos metálicos no se quemen.

Su inventor fue el estadounidense Thomas A. Edison, el cual comprobó que fluye una corriente entre un filamento de una lámpara incandescente y otro electrodo colocado en la misma lámpara. Esta corriente siempre va en un único sentido.

La válvula que desarrolló en 1904 el físico e ingeniero eléctrico inglés John A. Fleming, era parecida al tubo de Edison y fue el primer diodo, o válvula de dos elementos, que se utilizó en la radio. El tubo actuaba como detector, rectificador y limitador, siendo un elemento esencial sin el cual no podría funcionar.

### Algunas mejoras técnicas

La tecnología utilizada en los primeros equipos de radio evolucionó muy rápidamente y en 1906 se produjo un avance de gran trascendencia, que fue el punto de partida de la electrónica, al incorporar el inventor estadounidense Lee de Forest un tercer elemento, la rejilla, entre el filamento y el cátodo de la válvula de Fleming.

El tubo de De Forest, que bautizó con el nombre de «audió» y que actualmente se conoce como «triodo» (válvula de tres elementos); en principio solo se utilizó como detector, pero pronto se descubrieron sus propiedades como amplificador y oscilador, con lo que sus aplicaciones se extendieron.

A mediados del siglo XX se produjo el desarrollo y la fabricación de los semiconductores y, unas décadas más tarde, de los circuitos integrados. Con estos apareció un elemento nuevo que revolucionó la electrónica hasta nuestros días, el denominado «transistor», el cual, partiendo de las propiedades de materiales químicos semiconductores como el silicio y el germanio, redujo en gran medida el tamaño de los equipos y su consumo, alargó la vida útil de los equipos y disminuyó los costes de producción, facilitando la construcción de equipos populares que podían adquirirse a bajo coste.

Durante muchos años, a los pequeños receptores de radio alimentados a pilas se les ha conocido como «transistores» por ser un componente básico.

### Del morse a la voz

Inicialmente, la radio se utilizó para transmitir señales digitales y las analógicas, como la voz, tardarían algún tiempo en llegar. En 1914, un invento realizado años antes por el científico inglés Fleming y perfeccionado por el estadounidense Lee de Forest, permitió a Marconi efectuar un importante perfeccionamiento: se trataba de la válvula electrónica. Con ella fue posible recibir y transmitir no solo las señales en código morse, sino también sonidos y palabras. Así, de la radiotelegrafía, se dio el gran salto a la radiotelefonía.

### La producción de chispas

En los comienzos de la radio, las ondas electromagnéticas se generaban haciendo saltar chispas mediante voltaje de muy alto valor entre dos electrodos separados unos milímetros entre sí. Por eso los transmisores eran llamados «bobinas de chispas», ya que podían crear un flujo constante de estas chispas a voltajes muy altos. Hoy en día están prohibidos porque consumen todo el espectro de radio, ya que generan frecuencias en muchas longitudes de onda y cantidad de armónicos. Aunque en los comienzos de la radio funcionaban bastante bien y eran muy comunes, empleándose potencias muy elevadas, tanto mayor cuanto más alta era la distancia a alcanzar.

El alcance se conseguía a base de aumentar la potencia, y como había pocas emisoras, eso no constituía un problema, ya que las interferencias eran pequeñas entre ellas y no se requería de mucha selectividad al ser pocas las emisoras.

## La radio «a galena»

El rectificador es un elemento esencial en cualquier equipo receptor de radio para detectar y extraer la señal que llega modulada. Las funciones rectificadoras de algunos cristales las descubrió en 1912 el ingeniero eléctrico e inventor estadounidense Greenleaf W. Pickard, al manifestar que los cristales se pueden utilizar como detectores. Este descubrimiento permitió el nacimiento de los receptores con este tipo de detector, tan populares en la década de 1920.

A los receptores que utilizaban este tipo de rectificador se les llamaba «radio a galena» debido a que, a comienzos del siglo XX, se empleaba el mineral denominado galena (entre otros minerales) como detector, mediante un hilito conductor que tocaba con él. Con el paso de los años, en lugar de la galena, que tenía poca sensibilidad y era poco selectiva, se empezaron a utilizar diodos de germanio (encapsulados, por lo que eran más fáciles de montar, y su durabilidad era mayor) para realizar la detección de las señales de radio, que ofrece mayores prestaciones.

Los primeros receptores accesibles al gran público por su bajo coste, que eran de galena, se basaban en un cristal semiconductor de sulfuro de plomo capaz de captar señales moduladas en amplitud (AM) y en frecuencia (FM) en la banda de onda media y onda corta. Su principal ventaja era su bajo coste y que no necesitaba alimentación externa, ya que recibía la energía de las propias ondas de radio, aunque requería conectar la antena (normalmente el somier metálico de una cama) y una toma de tierra (un grifo conectado a una tubería de plomo o a una toma de un radiador metálico). El nivel del audio era muy bajo y, además, variaba con el nivel de señal que se captaba.

Si se necesitaba más calidad en la señal de audio y que la emisión se pudiese escuchar por varias personas a la vez situadas en la misma sala, había que utilizar sistemas de recepción con amplificación (como en las «radio a válvulas», más tarde «a transistores» y, actualmente, con circuitos integrados).

## Receptores portátiles

Con la llegada del transistor y, posteriormente, de los circuitos integrados, los receptores se pudieron fabricar de un tamaño muy pequeño, permitiendo que los dispositivos ofrecieran una calidad bastante aceptable y pudiesen ser alimentados «a pilas», dado su menor consumo, permitiendo que los usuarios los llevaran consigo.

## Los padres de la radiodifusión

Tal como la conocemos en la actualidad, la radio no fue la invención de una única persona, sino que su creación fue posible gracias a la intervención de tres hombres: Por una parte, Lee de Forest, cuya invención del triodo hizo posible el nacimiento de la electrónica moderna; por otra, Edwin Howard Armstrong,

inventor del circuito retroalimentador (y del oscilador) así como de la frecuencia modulada (FM), que forman la base de la transmisión y recepción de los sistemas actuales de radio (y de televisión); por último, David Sarnoff, presidente de la Radio Corporation of America (RCA), sucesora de la filial estadounidense de la compañía establecida por Marconi, que jugó un importante papel en la industrialización y comercialización de estos inventos, sin cuya intervención habrían tardado más en popularizarse.

### La primera emisora española

La estación pionera en España fue EAJ-1 Radio Barcelona (inaugurada el 14 de noviembre de 1924, llamada por ello la emisora decana de la radio española por ser, precisamente, la más antigua). La nomenclatura EAJ-1 se refiere a los códigos de los radioaficionados, auténticos artífices del nacimiento de la radio. E por España, AJ porque designa a las estaciones de Telegrafía sin Hilos y 1 por ser la primera. Esta nomenclatura, o similar, se emplea para identificar las distintas emisoras.

Sin embargo, cabe decir que, en nuestro país, las primeras emisiones radiofónicas fueron realizadas por Radio Ibérica de Madrid algo antes, a finales de 1923 y principios de 1924, pero debido a sus importantes irregularidades que no eran constantes en el tiempo, varios analistas del medio prefieren situar el nacimiento de la radio en otro momento posterior, como se ha mencionado anteriormente.

### La radioafición

En el mundo son muchos los radioaficionados o «*radio amateurs*», y la radioafición constituye el entretenimiento de muchos que se comunican entre sí para intercambiar conversaciones y mensajes o prestarse ayuda en caso de necesidad o cuando otros medios de comunicación no están operativos.

Así, son muchas las personas que sienten verdadera pasión por utilizar la radio para comunicarse con sus semejantes y que, con sencillos o complejos equipos e instalaciones que suelen comprar e instalar ellos mismos, consiguen comunicaciones a gran distancia y colaboran para ayudar en catástrofes, si es la única vía de comunicación posible. Para ello, utilizan una banda de frecuencia reservada para este uso, la llamada «Banda Ciudadana».

### Antenas

La antena se considera uno de los elementos fundamentales y más importantes de un transmisor y/o receptor; depende de ella una buena transmisión y recepción, tanto que, sin ella, la comunicación no sería factible. Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre en una dirección determinada (directiva), o en todas ellas a la vez (omnidireccional). Mientras que una antena transmisora transforma corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas, una receptora realiza la función inversa. El elemento radiante (dipolo, bocina, parabólica o cualquier otro) que constituye el nexo de unión entre el equipo y el medio de propagación es capaz, al mismo tiempo, de captar energía que, tras ser convenientemente amplificada, llega al receptor y se trata, mediante diferentes filtros y pasos amplificadores, para su utilización en forma de señal comprensible por el usuario por la correspondiente interfaz acústica, óptica o de cualquier otro tipo.

## Tamaño óptimo de una antena

Como se suele decir «El tamaño sí importa» y, en el caso de las antenas, dicha afirmación es totalmente cierta. El tamaño es algo crítico, que ha de estar muy bien calculado para obtener la máxima eficiencia en la transmisión y/o recepción. Así pues, el tamaño óptimo de una antena de radio se relaciona con la frecuencia de la señal que la antena debe de transmitir o recibir. El motivo de la relación tiene que ver con la velocidad de la luz, y la distancia a la que pueden viajar los electrones como resultado. El «dipolo» y el «medio dipolo», en función de la frecuencia de trabajo, son medidas muy comunes y, por ejemplo, se emplean para la televisión.

## Tipos de antenas

Existe una gran variedad y diversidad de tipos de antena dependiendo del uso al que se destinen. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (ejemplo: una emisora de radio o una estación base de teléfonos móviles), otras veces deben canalizar la potencia y no interferir en otros servicios (antenas entre estaciones de radioenlaces).

El tipo más común de antenas son las de dipolo. Esta clase de antena es la más sencilla y consiste en un hilo conductor de media longitud de onda a la frecuencia de trabajo, cortado por la mitad, en cuyo centro se coloca un generador o una línea de transmisión. Es muy sencilla y económica, a la vez que muy eficaz. A veces se utilizan agrupaciones de varios dipolos, lo que se llama *array*, para conseguir una cierta directividad y/o mayor ganancia del conjunto.

## Ganancia

Un parámetro básico, y uno de los que mejor definen a cualquier antena, es la ganancia, la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección del máximo valor a una distancia  $R$  y la potencia total entregada a la antena dividida por el área de una esfera de radio  $R$ . La eficiencia de una antena es la relación entre la ganancia y la «directividad» (relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección de máxima radiación, a una cierta distancia  $R$ , y la potencia total radiada dividida por el área de la esfera de radio  $R$ ).

## MIMO. Un nuevo tipo de antena

*Multiple Input Multiple Output*: Envío y recepción mediante múltiples antenas, empleando varios canales de radio simultáneamente, por los que se transmiten diferentes paquetes (flujos) de datos. Estos datos viajan por caminos diferentes (generalmente incorrelados) hacia el mismo destino, obteniéndose una mayor capacidad en el ancho de banda disponible. Cada vez se emplea más, ya que permite aumentar la velocidad de conexión. Así, muchos de los modernos *routers* wifi que ofrecen velocidades muy altas utilizan este tipo de antenas con dos o cuatro habitualmente, pudiendo ser exteriores o embutidas en el equipo, por lo que el usuario no las ve.

### Las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas, que se propagan mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos, son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse; por el contrario, las ondas mecánicas necesitan de un medio sólido, líquido o gaseoso para ello, como podemos apreciar, por ejemplo, cuando lanzamos una piedra a un estanque de agua. Incluyen, entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía móvil. Son todas semejantes (independientemente de cómo se originen) y se diferencian unas de otras por la frecuencia a la que oscila la señal, que mantiene una relación directa con su longitud de onda, y que determina sus características de propagación, y en la energía (potencia) que transporta, que permite ser detectada por antenas más o menos grandes (ganancia), o en los efectos que produce la energía en donde impacta.

### El espectro radioeléctrico

Se dice que es un bien escaso, y por ello su control suele estar en manos de los gobiernos e instituciones internacionales, encargados de asignar y adjudicar las frecuencias disponibles, según su criterio, mediante subasta o concurso, llegando a alcanzar ciertas porciones, a veces, precios muy elevados.

Las ondas de radio, que reciben también el nombre de «corrientes de radiofrecuencia» (RF), se localizan en una pequeña porción del espectro de ondas electromagnéticas, el denominado «espectro radioeléctrico» del que tantas veces hemos oído hablar.

El espectro radioeléctrico, o de ondas de radio, comprende desde los 3 kHz de frecuencia, con una longitud de onda de 100.000 m (100 km), hasta los 30 GHz de frecuencia, con una longitud de onda de 0,01 m (1 cm).

### Las ondas de radio

Dentro del espectro electromagnético, las ondas radioeléctricas son las que se utilizan en telecomunicaciones e incluyen, entre otras, las ondas de radio y de televisión. Su frecuencia oscila desde unos pocos hercios (Hz) hasta varios miles de millones de hercios (decenas de GHz). Se originan gracias a la oscilación de la carga eléctrica en las antenas emisoras (por ejemplo, en los dipolos radiantes).

Cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico (la antena), induce en él un movimiento de la carga eléctrica (corriente eléctrica) que puede transformarse en señales de audio u otro tipo de señales portadoras de información mediante los adecuados circuitos electrónicos que amplifican, filtran y transforman las señales.

División del espectro radioeléctrico en bandas de radio con sus respectivas frecuencias y longitudes de onda:

Tabla 3.1 Frecuencia y longitud de onda de las bandas de radio

| Bandas de radio del espectro radioeléctrico  | Frecuencias     | Longitudes de onda |
|--|-----------------|--------------------|
| Banda <b>VLF</b> ( <i>Very Low Frequencies</i> - frecuencias muy bajas)                  | 3 - 30 kHz      | 100.000 - 10.000 m |
| Banda <b>LF</b> ( <i>Low Frequencies</i> - frecuencias bajas)                            | 30 - 300 kHz    | 10.000 - 1.000 m   |
| Banda <b>MF</b> ( <i>Medium Frequencies</i> - frecuencias medias)                        | 300 - 3.000 kHz | 1.000 - 100 m      |
| Banda <b>HF</b> ( <i>High Frequencies</i> - frecuencias altas)                           | 3 - 30 MHz      | 100 - 10 m         |
| Banda <b>VHF</b> ( <i>Very High Frequencies</i> - frecuencias muy altas)                 | 30 - 300 MHz    | 10 - 1 m           |
| Banda <b>UHF</b> ( <i>Ultra High Frequencies</i> - frecuencias ultra altas)              | 300 - 3.000 MHz | 1 m - 10 cm        |
| Banda <b>SHF</b> ( <i>Super High Frequencies</i> - frecuencias súper altas)              | 3 - 30 GHz      | 10 - 1 cm          |
| Banda <b>EHF</b> ( <i>Extremely High Frequencies</i> - frecuencias extremadamente altas) | 30 - 300 GHz    | 1 cm - 1 mm        |

Cuanto más alta sea la frecuencia de la corriente que proporcione un oscilador, más lejos viajará por el espacio la onda de radio que parte de la antena transmisora, aunque su alcance máximo también depende de la potencia de salida que tenga el transmisor. El alcance dependerá de la sensibilidad (ganancia) del receptor.

## Velocidad de propagación

La experimentación y la formulación descubrió que las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío a una velocidad constante muy alta (3.000.000 km/s), la velocidad de la luz. Gracias a ello es posible, por ejemplo, observar la luz emitida por una estrella lejana hace tanto tiempo que quizá ya no exista, o enterarnos de un suceso que ocurre a miles de kilómetros, prácticamente, en tiempo real, en el instante de producirse; es lo que sucede, por ejemplo, con la televisión o la radio en directo.

## Transmisión y recepción

El emisor tiene la función principal de producir una onda portadora cuyas características son modificadas —proceso conocido como «modulación»— en función de las señales (audio, texto o vídeo) que se quieran transmitir. La propagación de la onda portadora así «modulada» se realiza a través del aire o el vacío, sin necesidad, como se ha comentado, de un medio físico, y el receptor capta la onda y la «demodula» (proceso inverso al anterior, la modulación) para hacer llegar al usuario la señal útil transmitida, la que a él le interesa, libre de cualquier otro componente.

## Modulación

Para transmitir las bajas frecuencias audibles a gran distancia se usan las ondas electromagnéticas de alta frecuencia como «portadoras» de las primeras: de esta forma se consigue que las ondas electromagnéticas contengan y transporten la baja frecuencia, que es la propia de la señal.

En las transmisiones que se realizan por radio, al proceso de inyectar o añadir señales de baja frecuencia o audiofrecuencia (como las del sonido) a una onda portadora de alta frecuencia se le denomina «modulación». Mediante ese procedimiento, una onda de radiofrecuencia se puede modular en amplitud (amplitud modulada-AM), en frecuencia (frecuencia modulada-FM) o en fase (PM). En el extremo receptor se realiza el proceso inverso, denominado «demodulación».

### La modulación de amplitud, AM

Modular en amplitud una señal sinusoidal (variable en el tiempo) consiste en modificar su valor (amplitud) con arreglo a un cierto ritmo. Si en una corriente alterna de elevada frecuencia se alteran sus semiciclos según las variaciones de la tensión de otra señal de baja frecuencia se logra la AM, en la que la frecuencia transmitida es la de alta frecuencia, con sus propias características.

### Interferencias

La intensidad de una señal AM puede variar por razones distintas a la modulación que se realiza en la estación emisora, por ejemplo, el ruido (interferencias radioeléctricas de otras emisoras que emitan en la misma frecuencia, o generadas por aparatos eléctricos cercanos). Las señales de FM no tienen ese inconveniente, ya que no dependen de la amplitud de la portadora, lo cual supone una ventaja considerable, dando una mayor calidad de sonido. Por eso, la mayoría de receptores incorporan, las más de las veces en exclusiva, esta tecnología (banda FM).

### La modulación de frecuencia, FM

Entre otras razones, para resolver los problemas de las interferencias en AM se desarrolló la FM, en la que se mezcla la alta frecuencia del oscilador con la baja frecuencia de la señal de usuario, obteniéndose una señal de alta frecuencia cuya amplitud se mantiene constante, pero cuya frecuencia varía con los cambios de la baja frecuencia que la modula. Así pues, en FM, la frecuencia de la onda portadora varía dentro de un determinado rango, al ritmo equivalente a la frecuencia de la señal.

Esta forma de modulación que desarrolló Howard Armstrong en la década de 1930, presenta la ventaja de generar señales relativamente limpias de ruidos e interferencias procedentes de fuentes tales como los electrodomésticos o las tormentas, que afectan en gran medida a las señales AM. Por tanto, la radiodifusión FM se efectúa en bandas de alta frecuencia (de 88 a 108 MHz, según podemos ver en los diales), aptas para señales grandes, pero con limitado alcance de recepción.

### Amplificadores

Sin los amplificadores, el nivel de las señales sería tan bajo que no nos servirían; por tanto, en los receptores hay que elevar su nivel al adecuado para su tratamiento, mediante los amplificadores de radiofrecuencia (RF) y de frecuencia intermedia (FI), amplificadores del nivel (voltaje) de la señal.

Los receptores de radio pueden tener una o más etapas de amplificación; además, la última etapa antes del altavoz tiene que ser de amplificación de potencia, capaz de proporcionar hasta varias decenas de vatios en un canal único, en «mono», o en dos, en «estéreo».

## La radio digital terrestre

Un paso reciente en la evolución de la radio nos llegó con la aparición de la DAB (*Digital Audio Broadcasting*), tecnología que digitalizaba el envío y recepción de emisiones empleando nuevas técnicas de codificación y complejas modulaciones como OFDM y DQPSK. La radio digital terrestre, también conocida como radio DAB, a pesar de sus ventajas en la calidad del sonido y en la recepción de la señal, es una tecnología poco extendida entre los consumidores, debido a la necesidad de contar con un receptor específicamente diseñado para escuchar su programación, pero compatible con la radio analógica. En algunos países no es este el caso, y su implantación es notable, debido a políticas regulatorias que la favorecen.

## La radio por Internet

¿Quién iba a decir hace unos años que escucharíamos la radio, o veríamos la televisión a través de Internet? Pues bien, ambos hechos son una realidad bastante extendida y con numerosos adeptos, que prefieren esta modalidad a cualquier otra.

La radio por Internet es una tendencia cada vez más extendida por las enormes ventajas que presenta, ya que permite escuchar cualquier emisora del mundo, por lejos que se encuentre. La señal viaja por Internet, no por el aire, por lo cual no hay limitación de distancia, solo se requiere disponer de una conexión a la red. A través de nuestro ordenador, teléfono móvil o un receptor específico, podemos localizar y acceder a multitud de emisoras, locales y remotas, y escucharlas con gran calidad de sonido.

## La televisión

La televisión o «visión a distancia», a la que casi todos nosotros le dedicamos de media varias horas al día, es un sistema para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia. Esta transmisión se puede efectuar a través de ondas de radio, como ha sido lo habitual en nuestro país hasta no hace mucho, o por redes especializadas de televisión por cable, por satélite y, últimamente, por Internet, ya que el ancho de banda de las redes actuales lo permite.

El concepto de televisión, aunque no tiene nada que ver con la televisión actual, se puede remontar hasta Galileo Galilei y el telescopio que inventó. Sin embargo, hasta 1884, con la invención del disco de Paul Nipkow, no se hace un avance relevante para crear un medio que permita el inicio de la transmisión de imágenes a distancia, ya que lo primero que había que hacer era descomponer una imagen en sus elementos esenciales, para poder transmitirla y recomponerla en el destino. Pero el cambio que traería la televisión tal y como hoy la conocemos fue la invención del iconoscopio de Vladimir Zworykin y Philo T. Farnsworth. Esto daría paso a la televisión electrónica, que disponía de una tasa de refresco mucho mejor, mayor definición de imagen e iluminación propia, además de evitar todos los problemas inherentes a un sistema mecánico.

Sorprendente: ¡La tele, uno de esos inventos que se pasó años sin ser comercializado porque a quién le iba a interesar ver imágenes en una caja!

### Hitos más relevantes en el desarrollo de la televisión

Algunos de los hitos más importantes en el desarrollo de la televisión son los siguientes:

- 1843** El relojero escocés Alexander Bain lleva a cabo el que se considera primer experimento de transmisión telegráfica de imágenes, empleando un péndulo para su análisis. A su invento se le denomina telefotografía.
- 1878** William Crookes desarrolla su tubo de rayos catódicos. El francés Constantin Senlecq proyecta el telectroscopio, un sistema de transmisión televisiva integrado por 2.500 células fotoeléctricas en la pantalla de emisión y 2.500 bombillas eléctricas en la de recepción, que permitía recomponer burdamente la imagen.
- 1884** El inventor alemán Paul Nipkow patentó el disco que lleva su nombre: serviría como mecanismo para proyectar la luz reflejada por un objeto sobre una serie de células de selenio, y los impulsos eléctricos generados por estas se enviaban a través de un cable en forma seriada.
- 1897** El alemán Ferdinand Braun presentó su tubo de rayos catódicos con una pantalla fluorescente. Paradójicamente, su sistema no es empleado en el desarrollo de la televisión, en sustitución de los pesados mecánicos, hasta muchos años más tarde.
- 1904** El alemán Arthur Korn consigue transmitir figuras a varios kilómetros de distancia con su teleactógrafo, un sistema telegráfico de tipo electromecánico. En 1922 realiza la primera transmisión de fotografías por radio entre Europa y Estados Unidos.
- 1923** El ruso Vladimir Kosma Zworykin descubre el iconoscopio. El inglés John L. Baird adopta el disco de Nipkow para sus experiencias, logrando la transmisión televisiva de una imagen a distancia. El norteamericano Charles. F. Jenkins adopta el disco de Nipkow para sus ensayos televisivos, iniciados bastantes años atrás.
- 1924** August Karolus avanza hasta 48 líneas en la definición de las primeras emisiones experimentales de televisión. Baird inventa el receptor de televisión en su formato doméstico, es decir, de tamaño más reducido.
- 1925** Se constituye la Unión Internacional de Radiodifusión en Ginebra. Baird consigue las primeras transmisiones de imágenes nítidas por televisión, de una habitación a otra de su laboratorio.
- 1928** Primeras emisiones experimentales de televisión por la NBC. Baird lleva a cabo en Londres la primera demostración de televisión en color, basándose en los principios clásicos de la tricromía propia de las artes gráficas: rojo, azul y verde superpuestos.

- 1929** En Gran Bretaña, la BBC pone en marcha las primeras emisiones televisivas experimentales, empleando una exploración de 30 líneas. Baird realiza una transmisión televisiva desde el barco *Berengaria*, situado en pleno océano Atlántico. En Alemania se inician las primeras emisiones experimentales regulares con una exploración, también, de 30 líneas.
- 1935** En Estados Unidos, el húngaro Peter C. Goldmark, de la CBS (*Columbia Broadcasting System*), inicia sus trabajos sobre la televisión en color. La BBC inglesa y la RCA empiezan a realizar transmisiones en directo desde fuera de los estudios mediante un material móvil. En Alemania se inicia el servicio regular de emisiones televisivas.
- 1936** En Alemania se televisan en directo los Juegos Olímpicos de Berlín por el sistema electrónico, durante dieciséis días, a veintisiete locales de la ciudad en donde pueden verlos un total de 150.000 espectadores. En Gran Bretaña se inicia el servicio regular de emisiones televisivas con una resolución de 450 líneas, que ya ofrece una buena calidad.
- 1937** Francia inaugura su televisión electrónica. Se inicia el servicio regular de emisiones con el sistema catódico y una resolución de 455 líneas.
- 1948** En Estados Unidos se calculan en cerca de 100 las estaciones emisoras de televisión existentes a lo largo de toda la nación.
- 1953** En Estados Unidos se lleva a cabo la primera emisión de televisión en color por el sistema NTSC (*National Television System Committee*) con una exploración de 525 líneas y 30 fotogramas por segundo. Este sistema supuso toda una revolución.
- 1956** En España, el 28 de octubre, se inauguran las emisiones de Televisión Española todavía de ámbito local: Madrid y alrededores. La televisión fue un monopolio del Estado hasta 1988.
- 1957** Henri de France inventa el sistema de televisión en color secuencial de memoria (SECAM) prácticamente insensible a los parásitos (interferencias) y que no requiere que el espectador corrija el cromatismo manualmente.
- 1963** Desarrollo del sistema PAL de televisión en color con una resolución de 625 líneas en la República Federal Alemana.
- 1967** Mundivisión lleva a cabo la primera transmisión realmente mundial de televisión en directo vía satélite con el *Early Bird*, el primer satélite de comunicaciones comerciales.
- 1969** En Estados Unidos, la NASA-RCA realiza la primera transmisión televisiva en directo y a nivel mundial desde la Luna con el *Apolo XI*.
- 1983** En España empiezan a emitir cadenas de televisión privadas: TELE 5, Antena 3 y Canal +.
- 1985** La Televisión en Alta Definición (HDTV) comienza su andadura.

- 1998** Es España se conceden las primeras licencias a los operadores de cable, que inician la emisión de programas de televisión.
- 2005** Comienzan las emisiones de la nueva Televisión Digital en España.
- 2010** En abril se produce el cese total de las emisiones de televisión analógica en España, sustituida por la Televisión Digital Terrestre (TDT).
- 2015** En abril, el primer Dividendo Digital (dedicación de la banda de 790-862 MHz para comunicaciones móviles, dentro de la banda de UHF, canales 61 al 69) es una realidad y se resintonizan los televisores para adaptarse a las nuevas frecuencias.

### El disco explorador rotatorio de Nipkow

Las primeras transmisiones televisivas se basaban en el empleo de un disco plano metálico perforado con agujeros equidistantes y situados en espiral, que necesitaban de una célula fotoeléctrica en el emisor y de un tubo de neón en el receptor.

Nipkow construyó un disco giratorio con treinta orificios en espiral, a través del cual dirigía un haz luminoso sobre los objetos que trataba de reproducir y la luz reflejada por estos se transformaba, mediante una célula fotoeléctrica, en impulsos eléctricos de intensidad proporcional a la de la luz reflejada.

Durante medio siglo, otros inventores construyeron dispositivos basados en este principio, empleando discos giratorios movidos por motores y engranajes o correas de transmisión, con los que el británico Baird llegó a obtener espectaculares resultados. Sin embargo, este sistema mecánico tenía muchos inconvenientes, entre ellos su necesidad de una perfecta sincronización de los motores y su baja resolución.

### El iconoscopio

Los primeros dispositivos capaces de captar imágenes de mayor calidad que la que proporcionaba el disco de Nipkow fueron el iconoscopio, inventado por el físico estadounidense de origen ruso Vladimir K. Zworykin en 1923, y el tubo disector de imágenes del ingeniero de radio estadounidense Philo T. Farnsworth, al que algunos consideran el verdadero inventor de la televisión electrónica. En su momento, supuso un avance para la mejora de la televisión.

### ¿Quién fue el verdadero inventor de la televisión?

Se plantea aquí la misma situación que con el teléfono o la radio. La historia ha mantenido a John Logie Baird como el verdadero inventor de la televisión, aunque el sistema de Baird fue un sistema electromecánico que nunca llegó a ser implantado por completo debido a los problemas de los que Farnsworth era consciente. La televisión tal y como se popularizó en la década de 1950 siguió el diseño original de Farnsworth, y por tanto puede que sea él, y no Baird, el merecedor del título de inventor de la televisión, pero lo cierto es que el nombre de Baird es el que prevalece.

## La televisión mecánica

El primer modelo de televisión en funcionar se basó en el disco de Nipkow, mediante el cual una imagen era explorada mecánicamente por un haz luminoso que incidía en una celda fotoeléctrica produciendo una corriente eléctrica variable, según la blancura o negrura de la imagen. Este modelo tuvo a su gran defensor en Baird, quien una vez creada la primera compañía de televisión del mundo (Televisión Ltd., 1924), dos años después obtuvo una licencia experimental. Años más tarde, en 1929, Baird, en colaboración con la BBC (British Broadcasting Corp.) de Londres, comenzó las emisiones de prueba, que tuvieron una gran repercusión en los medios de comunicación de la época.

También, por la misma época, el inventor estadounidense y pionero en la historia del cine, Charles Francis Jenkins, desarrolló un sistema de televisión mecánica en la década de 1920 y 1930. En 1923, Jenkins transmitió las primeras imágenes de una silueta en movimiento, y el 13 de junio 1925 demostró públicamente la sincronización en la transmisión de imágenes y sonidos asociados. En la década de 1920, el científico japonés Yasujiro Niwa inventó un dispositivo simple para la transmisión fototelegráfica a través de cable y más tarde a través de la radio, pero la de Baird terminó por imponerse a las de los otros inventores, quizá por su visión más comercial de lo que significaba este invento.

## La televisión electrónica

Por su parte, la televisión electrónica se basó en el iconoscopio (un aparato capaz de «traducir» imágenes en señales electrónicas), creación del científico ruso-norteamericano Vladimir Zworykin que trabajaba en la compañía estadounidense RCA (Radio Corporation of America) hacia finales de la década de 1920 (su primera patente data de 1923). Así, en 1931, la RCA colocó una antena emisora en la terraza del Empire State Building, el edificio más alto de Nueva York en aquella época, y comenzó con sus transmisiones experimentales.

Al mismo tiempo que se desarrollaba la televisión en EE. UU., al otro lado del Atlántico, en Europa, la inglesa Electrical and Musical Industries (EMI) se puso a trabajar en el terreno de la televisión electrónica. Los ingenieros de la EMI realizaron una demostración a la BBC sobre su sistema televisivo. La calidad de este sistema era muy superior (tres veces más líneas por imagen y dos veces más imágenes por segundo), por lo que los especialistas no tuvieron dudas y se decantaron por este sistema, descartando, se puede decir que definitivamente, el sistema mecánico. Las horas de la televisión mecánica estaban contadas... y así, hacia finales de la década de 1940, la televisión electrónica de Zworykin había desplazado por completo a la mecánica.

## La señal de vídeo

La exploración de una imagen se realiza mediante su descomposición, primero en fotogramas a los que se llaman cuadros y luego en líneas, leyendo cada cuadro y «barriendo» la imagen de arriba abajo. Para determinar el número de cuadros necesarios para que se pueda recomponer una imagen en movimiento (igual que sucede en el cine), así como el número de líneas para obtener una óptima calidad en la reproducción y la óptima percepción del color (en la televisión en color), consiguiendo un compromiso entre recursos invertidos y resultados, se realizaron numerosos estudios empíricos y científicos

del ojo humano y de su forma de percibir. Se obtuvo que el número de cuadros debía de ser al menos de 24 por segundo (luego se emplearon 25 y 30 por otras razones) y que el número de líneas debía superar las 300.

Cabe resaltar que la señal de vídeo está compuesta por la propia información de la imagen correspondiente a cada línea de exploración (en el sistema PAL, 625 líneas, y, en el NTSC, 525 por cada cuadro) agrupadas en dos grupos, las líneas impares y las pares de cada cuadro; a cada uno de estos grupos de líneas se les denomina «campo» (en el sistema PAL se usan 25 cuadros por segundo mientras que, en el sistema NTSC, 30). A esta información básica hay que añadir (sumando) la de sincronismo, tanto de cuadro como de línea, esto es, tanto vertical como horizontal, para que no haya distorsión de la imagen en el receptor y pueda recomponerse perfectamente. Al estar un cuadro dividido en dos campos, por cada cuadro tenemos que realizar un sincronismo vertical que nos señala el comienzo y el tipo de campo, es decir, cuándo empieza el campo impar y cuándo empieza el campo par. Al comienzo de cada línea se añade el pulso de sincronismo de línea u horizontal (con la televisión en color también se añade información sobre la sincronía del color).

### La carta de ajuste

Como las primeras televisiones eran aún algo imperfectas, al terminar su fabricación había que ajustarlas para que diesen una imagen sin distorsionar. Además, con el paso del tiempo se desajustaban, ya que las válvulas y otros componentes se desgastaban. Por tanto, era necesario corregir mediante la actuación sobre ciertos elementos, y para ello hacía falta una imagen de referencia que nos permitiese comprobar que se había conseguido y que la imagen era una fiel reproducción de la original, sin distorsiones en la forma, en los tonos o en cualquier otra característica.

En España, la «carta de ajuste» utilizada durante muchos años para el ajuste del aparato de televisión, fue ideada por Eduardo Gavilán en el laboratorio de Radio Nacional de España, situado en el paseo de la Habana de Madrid. Se empezaba a emitir antes del inicio de la programación y servía para ajustar y sintonizar los canales de televisión que se iban a visualizar a continuación. Con la llegada de la programación continua, desapareció y ya no se utiliza.

### Expansión de la televisión

Al finalizar la segunda guerra mundial, las emisiones de televisión, que habían estado prácticamente suspendidas durante la guerra, se reiniciaron de nuevo, aunque al principio tímidamente; comenzó a despegar la venta de aparatos receptores de televisión. Así, en Estados Unidos se vendieron varios millones de aparatos (en 1955 había más de 40 millones de receptores). Tal fue el auge que, en 1953, una comisión formada por expertos y empresas norteamericanas estableció un nuevo estándar para la emisión de imágenes en color, llamado NTSC, que en la actualidad sigue utilizándose en EE. UU. Por otra parte, en Europa se produjo un cierto retraso y no se definieron unos estándares televisivos hasta 14 años más tarde, dando como resultado dos nuevas especificaciones, la francesa SECAM y la alemana PAL, utilizada posteriormente en muchos otros países —entre ellos España—, un estándar que propone 625 líneas de resolución y 25 imágenes por segundo, lo que ofrece mayor calidad que la norma norteamericana.

## Primeras experiencias en España

En 1948, Barcelona y Madrid fueron las dos primeras ciudades en realizar una experiencia de transmisión televisiva. Ya en 1956 se establece un servicio regular de emisiones. No obstante, pasarán algunos años y no será hasta la segunda mitad de la década de 1960 cuando la televisión consolide su posición como una de las opciones de ocio preferidas por el ciudadano español, que pasaba, en familia, horas y horas pegado a la pantalla. En esta misma época se inicia lo que se conocerá como la «Edad de oro» de TVE, con dos canales de emisión regular y un modelo de financiación basado en los ingresos por publicidad. En esta época se emiten programas de gran éxito, como *Gran Parada* y series como *El Fugitivo* o *Los Vengadores*.

Desde el punto de vista organizativo de la televisión, la década de 1980 trae una profunda transformación, pues comienzan a aparecer los canales autonómicos, un proceso de expansión que se consolidará en la última década del siglo XX con la aparición de los canales privados de televisión.

## Rango de frecuencias usado en televisión

Las primeras emisiones regulares de televisión en España, que se dieron el 28 de octubre de 1956, comenzaron a emplear la banda VHF, con la que se conseguía un gran alcance, para llevar a los hogares la señal de la primera cadena de Televisión Española, conocida como «La 1». Con el nacimiento de la segunda cadena, el 15 de noviembre de 1966, comenzó a hacerse uso de una banda de frecuencias superiores, con mayor gama de canales y de mayor ancho de banda cada uno, la banda UHF. Esto le valió a la segunda cadena el sobrenombre de «La UHF» o «La 2».

La banda del espectro electromagnético de VHF comprende el rango que contempla las frecuencias que van desde 30 hasta los 300 MHz. Esta banda soporta varios usos, como el de radioaficionados, comunicaciones de servicio marítimo o emisiones de radio de frecuencia modulada (FM). Para el servicio de televisión, proporciona los canales de emisión 2 a 13, de 7 MHz de ancho de banda.

Por su parte, la banda superior a la VHF, la UHF, aloja las frecuencias que se encuentran entre los 474 MHz, correspondientes al canal 21, y los 858 MHz, que se corresponden con el canal 69. De esta forma, la banda UHF proporciona 49 canales radioeléctricos para el servicio de televisión, que permitía distribuir varios canales de televisión entre regiones colindantes, utilizando para cada uno diferentes frecuencias con el fin de evitar interferencias mutuas.

En la década de 1990 se propuso y se planificó la extinción de señales analógicas de televisión en la banda VHF, por lo que «La 1» tuvo que migrar a regiones en las que aún emitía de la banda VHF a la banda UHF. Con la planificación técnica establecida para la TDT (Televisión Digital Terrestre), quedó totalmente descartado el uso de la banda VHF, quedando libre de emisiones televisivas cuando se produjo el apagón analógico, lo que ocurrió en abril de 2010. De esta forma, quedó establecido el rango de frecuencias hábil para la prestación del servicio de televisión terrestre en las frecuencias de la banda UHF, desde el canal 21 hasta el 69. Se redujo aún más con la incorporación del «dividendo digital» en 2014, desapareciendo los canales del 61 al 69, para asignar dichas frecuencias a las comunicaciones móviles de banda ancha.

### La televisión en color

Hoy en día todos los equipos de televisión son en color, pero aún pueden reproducir viejos programas/películas en blanco y negro. Conforme avanzaba y se perfeccionaba la tecnología, un importante avance técnico fue la incorporación del color a las transmisiones televisivas, si bien en sus inicios fue algo deficiente y las emisiones dejaban mucho que desear. La primera demostración práctica de un sistema de televisión en color fue la que realizó el escocés John L. Baird en 1928. Se trataba de un sistema mecánico donde el análisis de los cuadros rojo (R), verde (G) y azul (B) se llevaba a cabo de forma secuencial y el ojo del observador integraba los componentes primarios para obtener la sensación de color, un proceso diferente al de ahora, ya que es el propio equipo el que presenta, de manera simultánea, los tres componentes del color, o el color propio en sí mismo.

Como era de esperar, las grandes compañías estadounidenses fueron las primeras en proponer un sistema práctico de televisión en color: el NTSC, que contaba con la aprobación de la FCC, y, con ello, en 1953 Estados Unidos se convirtió en el primer país en contar con emisiones regulares de televisión en color. Hoy, el NTSC está en funcionamiento en EE. UU., Canadá y Japón, entre otros países.

### David Sarnoff, de telegrafista a empresario

David Sarnoff, de origen bielorruso, fue pionero de las retransmisiones radiotelevisivas. Como presidente de la RCA, jugó un papel muy importante en el desarrollo de la televisión en color. En 1900 se trasladó junto a su familia a Estados Unidos y empezó a trabajar en una compañía de telégrafos. Desde su puesto en dicha operadora, el 14 de abril de 1912 recibió la señal de la llamada de SOS del naufragio del *Titanic*. Durante 72 horas retransmitió los nombres de los fallecidos y de los sobrevivientes rescatados por el buque *Carpathia*, que se encontraba en las proximidades. En 1926 fundó la NBC (National Broadcasting Company), y en 1928 presentó los primeros prototipos de televisión, medio de difusión cuya primera retransmisión supervisó en 1939.

### PAL y SECAM

En 1959, el Gobierno francés puso en marcha un sistema denominado SECAM (*SEquentiel Couleur A Memorie*); mientras, en Alemania, la empresa Telefunken ideó el sistema PAL (*Phase Alternation Line*) unos años más tarde, en 1963. Los países de Europa no lograron ponerse de acuerdo para elegir un sistema único, como suele ser la norma en muchos casos, debido a la diversidad de intereses. Hoy en día, si el PAL ha ganado el mercado de los principales países europeos occidentales, el SECAM se ha impuesto en los países del Este, en algunos países del Oriente Próximo, en algunos países de América Latina y en el África de influencia francófona.

Cabe mencionar aquí que el sistema PAL presenta un número de líneas de 625, estando activas solo 575 líneas, y una frecuencia horizontal de 15.625 Hz.

## ¿Por qué se llamaba la «caja tonta»?

Hace años se utilizaba esta expresión para denominar «despectivamente» a la televisión. Se dice que era una caja que mantenía la atención del espectador un tiempo considerable con unos contenidos de baja calidad. Hoy en día, en algunos casos, podemos decir que sucede lo mismo, pero en otros no.

Así, en la actualidad, la situación es muy distinta, y aunque se siguen emitiendo contenidos de poco interés, los hay muy interesantes e incluso se permite la interactividad (*Smart TV*) mediante la conexión a Internet. Estos dispositivos, que gracias a su reducción de precios se están popularizando, cuentan con conexión a Internet a través de la red wifi de la casa, de una conexión Ethernet (Internet a través de un cable de red) a gran velocidad o incluso de una conexión de telefonía móvil 3G o 4G, y muchos de los operadores ofrecen programación propia o de terceros que los espectadores pueden contratar, una de las fuentes de ingresos más importantes para ellos.

## Algunas frases sobre la televisión

«Cada vez que alguien la enciende, me retiro a otra habitación y leo un libro.»

Groucho MARX (1890-1977), actor estadounidense.

«La televisión nos proporciona temas sobre los que pensar, pero no nos deja tiempo para hacerlo.»

Gilbert CESBRON (1913-1979), escritor francés.

«La dependencia de las personas de la televisión es el hecho más destructivo de la civilización actual.»

Robert SPAEMANN (1927-), filósofo alemán.

«La televisión es maravillosa. No solo nos produce dolor de cabeza, sino que además en su publicidad encontramos las pastillas que nos aliviarán.»

Bette DAVIS (1908-1989), actriz estadounidense.

«El problema con la televisión es que la gente debe sentarse y mantener sus ojos pegados a la pantalla: la familia media americana no tiene tiempo para ello. Por esta razón, si no otra, la televisión nunca será un serio competidor de la radio.»

*New York Times*, 1939. Exposición Universal de Nueva York.

### El tubo de rayos catódicos

Hoy ya no se emplean, pero durante décadas fueron el componente esencial de los televisores... y de otros monitores, como los de los ordenadores personales, equipos de monitorización médicos o de medida, como los osciloscopios. A modo de chiste se solía hablar de «el tubo de rayos catódicos».

El tubo de rayos catódicos es un dispositivo de visualización que inventó Crookes en 1875. Hasta hace una década, la mayoría de monitores (pantallas de equipos) han utilizado pantallas de rayos catódicos o CRT (*Cathode Ray Tubes*), tubos de vacío de vidrio dentro de los cuales un cañón de electrones emite una corriente de electrones, a gran velocidad, guiada por un campo electromagnético que se genera en unas bobinas dispuestas en el «yugo» del mismo, hacia una pantalla cubierta de pequeños elementos fosforescentes.

Originalmente se conoció como «tubo de Braun», que tiene su origen en el tubo de Crookes, una forma primitiva de un tubo de descarga de baja presión, cuyo cátodo era un disco plano de aluminio en un extremo del tubo y, el ánodo, un alambre en uno de los lados del tubo, fuera de la zona del haz electrónico. El tubo se utilizó para estudiar los rayos catódicos.

Se han usado en monitores de diverso tipo, televisores y osciloscopios, aunque en la actualidad se puede afirmar que se han sustituido, casi en su totalidad, por las nuevas tecnologías de proyección de imágenes (plasma, LCD, LED), que ocupan menos espacio, ofrecen una mejor resolución y consumen menos energía.

### La pantalla a color

Una pantalla en blanco y negro puede mostrar diferentes tonos (matices de gris que van del blanco puro al negro intenso) al variar la intensidad del flujo. Para las primeras pantallas a color de los televisores, tres haces de electrones (provenientes de tres cátodos diferentes) impactaban cada uno contra un punto con un color específico: rojo, verde y azul (R, G, B, por sus siglas en inglés), y el ojo del espectador integra las imágenes sin que este sea consciente del proceso que se produce en su cerebro.

La compañía americana RCA, en 1950, desarrolló un tubo de imagen novedoso que disponía de tres cañones electrónicos, y los tres haces que producía eran capaces de impactar en pequeños puntos de fósforo de colores, llamados luminóforos, mediante la utilización de una rejilla o máscara, la Shadow Mask o Trimask. Esto permitía prescindir de los tubos trinoscópicos, sumamente abultados y complicados de fabricar. Los electrones que portaban cada uno de estos tres haces, al impactar con los luminóforos, provocaban la emisión de una luz del color primario correspondiente (R, G, B) que, mediante la mezcla aditiva, genera el color original. La combinación de los tres colores primarios proporcionaba el blanco, mientras que su ausencia daba lugar al negro.

### El magnetoscopio

Durante décadas, los programas televisivos se emitieron en directo sin ningún sistema de almacenamiento para poder reproducirlos en diferido en una o más ocasiones. Por ese motivo centenares de

obras de teatro y novelas, informativos, programas educativos o de entretenimiento únicamente sobreviven en la memoria de aquellos que los hicieron o que los vieron, pero acabarán perdiéndose conforme avanza el tiempo, al desaparecer estos. Para solventar las dificultades que conllevaba esta situación anómala, la industria televisiva estadounidense trabajó intensamente en la invención de un sistema para almacenar las imágenes electrónicas que captaban las cámaras de televisión, con un resultado positivo en poco tiempo.

El magnetoscopio, conocido en la calle bajo la denominación de vídeo, se presentó por vez primera en un informativo de la cadena norteamericana CBS el 30 de noviembre de 1956, y, a mediados de la década de 1960, en todas las cadenas se había generalizado su uso por las enormes ventajas que reportaba. A su vez, los primeros magnetoscopios para el hogar, que tuvieron un éxito considerable en el sector doméstico, comenzaron a comercializarse a mediados de la década de 1970.

## El teletexto

El teletexto es un servicio de información en forma de texto que se emite junto con la señal de televisión. El espectador, a través de los botones de su mando a distancia, puede acceder rápidamente a la información, clasificada según diferentes categorías. La BBC fue pionera en este invento, que la televisión en España incorporó en 1982, durante el Mundial de Fútbol de Naranja, aunque no fue hasta el 15 de mayo de 1988 cuando arrancó sus emisiones ininterrumpidas en TVE.

El uso de Internet no ha logrado terminar con el teletexto. Aún muchos espectadores consultan este sistema de transmisión de datos que funciona a base de códigos numéricos y cuatro colores básicos (verde, azul, rojo y amarillo), pues les resulta muy cómodo para un acceso rápido a cierta información de su interés.

## VHS versus Beta

La guerra de formatos. Tanto Betamax como VHS son formatos para almacenar (grabar) vídeo en cinta. El formato Beta apareció primero y proporcionaba mejor calidad que el VHS, pero acabó sucumbiendo ante él. Hoy en día, han dado paso a los DVD y a los sistemas de almacenamiento en tarjetas de memoria o discos duros de gran capacidad. Las cintas de vídeo ya no se utilizan y, para no perder su contenido, conviene pasarlo a otros formatos, compatibles con los ordenadores actuales y así los podremos conservar y visualizar en cualquier momento.

Cuando se empezaron a popularizar los reproductores en casa y los videoclubs para alquiler de cintas, Beta fue superado por VHS, ya que su fabricante, JVC, abrió el estándar para que otros pudiesen fabricar reproductores y cintas, por lo que resultaba más barato, lo que no hizo Sony, y ese fue su gran error estratégico. También reconocido por Sony, la duración de las cintas (de menor duración en Betamax que en VHS) fue un factor clave para su declive. Sony dejaría de fabricar Betamax a finales de 2002. El estándar VHS (pregunta de Trivial) fue desarrollado por JVC (Japan Victor Company).

### El tamaño importa: pulgadas

Las pulgadas (una pulgada equivale a 2,54 cm) de un receptor de televisión expresan la diagonal de la pantalla, medida en pulgadas, que es como normalmente se aplica, ya que no se suelen utilizar los centímetros. A mayor número de pulgadas, mayor campo de imagen, aunque al aumentar el tamaño también se necesitan más «píxeles» para dar una buena resolución.

Los tamaños habituales en los hogares suelen ser de 30 a 50 pulgadas para las pantallas planas, algo que no se podía conseguir con las de «tubo» (ya no se utilizan), más pequeñas y que, como mucho, llegaban a las 28 pulgadas.

### Relación de aspecto

La relación de aspecto se expresa por la anchura de la pantalla con relación a la altura. Hasta la aparición de las pantallas planas, el formato estándar tenía una relación de aspecto de 4/3, pero en la actualidad se prefiere el de 16/9 (panorámico). La compatibilidad entre ambas relaciones de aspecto se puede realizar de diferentes maneras, para seguir viendo las emisiones en cualquier tipo de televisor, aunque se puede perder algo de la imagen o apreciarse cierta distorsión en la misma. Al ser la imagen más alargada, para no perder los bordes laterales cuando se ve en un televisor antiguo, se suele disponer de una banda negra por encima y por debajo.

### La definición

La definición de una pantalla es el número de píxeles que puede mostrar. Este número suele encontrarse entre 640 x 480 (640 píxeles de largo, 480 píxeles de ancho), 1.600 x 1.200, o resoluciones más altas, según la tecnología avanza.

Por otra parte, la definición es mejor cuanto más pequeño sea el tamaño del píxel, es decir, con un mismo número de píxeles, la pantalla se verá con mayor nitidez cuanto más pequeña sea. Esto es muy importante en los teléfonos móviles y en las tabletas, no tanto en los aparatos de televisión, aunque también.

### La definición estándar (SD)

El sistema de televisión de definición estándar, conocido por las siglas SD (en inglés *Standard Television*, o también *Standard Definition Television, SDTV*), tiene, en PAL, una definición de 720 x 576 píxeles (720 puntos horizontales en cada línea y 576 puntos verticales que corresponden a las líneas activas del PAL). Esto hace que una imagen en PAL tenga un total de 414.720 píxeles. En NSTC se mantienen los puntos por línea, pero el número de líneas activas es solo de 525, lo que da un total de 388.800 píxeles.

La definición estándar está ya superada tecnológicamente y la mayoría de equipos ofrecen alta definición, para aprovechar al máximo las emisiones actuales.

## Las pantallas de plasma

En 1936, un ingeniero húngaro llamado Kálmán Tihanyi describió el principio de la «televisión de plasma» y concibió el primer sistema de visualización de una pantalla de ese tipo, aunque no ha sido hasta época relativamente reciente que se han empezado a utilizar, ya que su fabricación conllevaba una serie de problemas técnicos.

Una pantalla de plasma (*PDP/Plasma Display Panel*) es un dispositivo de pantalla plana habitualmente usada en televisores de gran formato. Consta de muchas diminutas celdas situadas entre dos paneles de cristal que contienen una mezcla de gases nobles (típicamente neón y xenón). El gas en las celdas se convierte eléctricamente en plasma, el cual provoca que una sustancia fosforescente (que no es fósforo) emita luz cuando es estimulada por la corriente eléctrica.

## Las pantallas LCD y LED

Ya no se fabrican televisores «de tubo», todos son de pantalla plana, y entre las tecnologías existentes nos encontramos dos: LCD y LED.

Así, las pantallas denominadas LCD (*Liquid Crystal Display*), o de cristal líquido, están formadas por miles de pequeños cristallitos líquidos que dejan pasar la luz o la bloquean en función de la carga eléctrica que se les haya aplicado. Al ser planas, ocupan poco espacio de ancho, solo algunos centímetros, y consumen menos que las de «tubo», por lo que han acabado reemplazándolas. Pueden colocarse en un mueble de poca profundidad o colgarse en la pared mediante un soporte fijo o giratorio, con lo que no estorban. Este tipo de pantallas a menudo se utilizan en dispositivos electrónicos, ya que requieren de cantidades muy pequeñas de energía eléctrica y pueden ser alimentados mediante pilas.

Los monitores de televisión con tecnología LED (*Light Emitting Diode*), los más utilizados en la actualidad, han supuesto un verdadero salto cualitativo en el sector audiovisual, al iluminar por detrás las pantallas de los televisores con la luz blanca y neutra de gran intensidad que ofrecen los LED, siendo su consumo muy reducido.

## HD Ready

Significa preparado para la Alta Definición. El distintivo HD Ready es una certificación que se aplica al panel y a las entradas de vídeo (analógico o digital DVI/HDMI) que, cumpliendo especificaciones para la alta definición (HD), cumplen además los requisitos establecidos por la EICTA (Asociación de la Industria Europea para las Tecnologías de la Información y la Comunicación) para compatibilización y visualización.

HD Ready ofrece una resolución mínima de 720 líneas para mostrar contenido de alta definición. Admite formatos de vídeo de alta definición de 720p y 1.080i, pero puede no admitir la resolución real de fuentes HD de 1.080p más avanzadas. Este tipo de televisor, para ser clasificado como tal, debe ser panorámico e incluir al menos una conexión HDMI.

### La televisión de alta definición (HDTV)

HDTV (*High Definition Television*) es uno de los formatos populares hoy en día para la televisión digital en alta definición. Su característica esencial es que emite las señales televisivas en una calidad digital superior que los otros sistemas existentes (PAL, NTSC y SECAM); tiene más de cuatro veces la resolución de la televisión estándar (SDTV). La manera de identificar si un aparato cumple o no con esta norma es mediante un distintivo o adhesivo HDTV que identifica los dispositivos que cumplen la norma.

#### Full HD 1.080

Se conoce como Full HD, True HD, o plena Alta Definición, a la resolución 1.920 x 1.080 (píxeles) en un televisor de alta definición (HD). 1.080i y 1.080p muestran una resolución de 1.920 x 1.080 (cinco veces más que la estándar); en *p* actualiza todos los puntos de la imagen 60 veces por segundo, mientras que en *i* trabaja igual a 60 Hz, pero representa primero las líneas pares y en el siguiente ciclo las impares, es decir, se reparten los 60 Hz: 30 Hz para las pares y 30 Hz para las impares.

#### Resolución 4K

Los televisores 4K (UHD) están desplazando las pantallas Full HD por su mayor resolución. 4K un estándar emergente para resolución en cine digital. El nombre deriva de la resolución horizontal, la cual es aproximadamente de 4.000 píxeles. 4K representa la resolución horizontal porque hay numerosas relaciones de aspecto usadas en filmes. Así, mientras la resolución horizontal se mantiene constante, la vertical depende de la relación de aspecto con la que el director decida trabajar. Ya se habla de la norma emergente 8K (SUHD), mucho mejor, ya que ofrece 8.000 píxeles en resolución horizontal.

### La televisión en el PC

Para ver la televisión en el PC de casa hay varias opciones. Una es utilizar un decodificador externo conectado a un puerto USB, o uno interno, por ejemplo, con una interfaz HDMI, a través de la cual se conectará a una pantalla. En ambos casos hay que tener una conexión a la antena que recibe la señal de televisión.

También se puede ver la televisión en abierto conectándose a Internet, lo que se conoce como «televisión en directo» dentro de los dominios web de las cadenas, ya que la mayor parte de los contenidos (películas, series, concursos y otros programas) los cuelgan en su página web para que se puedan ver en diferido. Esto es lo que comúnmente se denomina «televisión a la carta», y puede ser gratis o de pago.

### La televisión digital terrestre (TDT)

Hoy en día todas las emisiones de televisión son digitales; las analógicas desaparecieron ya hace algunos años con el famoso «apagón». Además, con la generalización de los satélites de difusión directa (DBS) y de la televisión por cable (CATV) en amplias regiones del mundo, junto con la digitalización de

las señales y de los servicios ofrecidos, se ha producido un nuevo escenario televisivo con nuevas posibilidades tras la incorporación de la Televisión Digital Terrestre (TDT).

La TDT es una técnica de difusión de las señales de televisión que ha sustituido la televisión analógica convencional. En las transmisiones de TDT, la imagen, el sonido y los contenidos interactivos se transforman en digital, y esa información se envía mediante ondas electromagnéticas terrestres (viajan por el aire), que son captadas a través de las antenas de televisión convencionales, siendo únicamente necesario adaptar los amplificadores en las instalaciones comunitarias para soportar las nuevas frecuencias (canales), no así en las instalaciones individuales, en las que la señal va directamente de la antena al aparato receptor; eso sí, habrá que volver a sintonizarlo.

El 31 de diciembre de 2014 finalizó el plazo de *simulcast* (emisión doble hasta la sintonización de los canales TDT definitivos) de todas las emisiones, de forma que fueron cesadas todas las emisiones transitorias de los canales multiplex que no se hubiesen realizado en los canales definitivos asignados en el Real Decreto 805/2014.

El 17 de abril de 2015, el Consejo de Ministros aprobó las bases del concurso público para la adjudicación, en el plazo máximo de seis meses, de seis licencias de televisión en abierto de cobertura estatal (tres en alta definición HD y tres en calidad estándar SD) mediante un procedimiento de concurrencia. Así, el 16 de octubre de 2015, el Consejo de Ministros adjudicó las seis nuevas licencias de Televisión Digital Terrestre (TDT) de cobertura estatal a los grupos audiovisuales de Mediaset, Atresmedia y Real Madrid, la cadena televisiva 13TV, la productora Secuoya y la emisora Radio Blanca (propietaria de Kiss FM). Los ciudadanos pueden recibir estos nuevos canales sin tener que adaptar sus antenas, realizando una resintonización de sus aparatos.

## ¿Cómo funciona la TDT?

El funcionamiento de la TDT es muy sencillo, y no varía en lo sustancial de lo que era la televisión analógica, aunque sí que presenta ciertas diferencias, sobre todo en la multiplexación y compresión de las señales, para conseguir «más con menos». Por otra parte, las modalidades de acceso a la televisión digital son más de las que teníamos a la analógica y, así, a la televisión digital podemos acceder por diferentes medios: nos puede llegar por los operadores de cable (norma DVB-C) —Ono (adquirido por Vodafone en 2014), Euskaltel (adquirió la gallega RCable en julio de 2015) y Telecable— y a través de ADSL o fibra óptica, por ejemplo, Movistar TV (antiguo servicio Imagenio de Telefónica), satélite (DVB-S) o por aire (DVB-T). Es un medio más eficiente de emitir televisión que el antiguo sistema analógico, ya que podemos recibir más canales, con mayor calidad de imagen y sonido envolvente (Dolby Digital 5.1) y añadir interactividad, con las denominadas *Smart TV* que se están popularizando.

El proceso consiste en que la imagen, el audio y los datos hay que transformarlos en información digital, es decir, en ceros y unos (bits) y, una vez hecho, al tratarse de una transmisión digital, se pueden aplicar procesos de compresión para que ocupen menos y se corrijan errores en la transmisión, lo mismo que se hace con el MP3 para el tratamiento de las canciones o el MPEG para el tratamiento de imágenes.

### ¿Qué es el decodificador?

Actualmente, todos los televisores están preparados para la TDT, pero en el caso de querer recibir la señal de TDT en un televisor analógico (antiguo), hay que disponer de un dispositivo que realice el cambio de formato digital-analógico.

El sintonizador digital de TDT, también llamado descodificador (decodificador) TDT o STB (*Set Top-Box*), y que no hay que confundir con un descodificador de televisión digital por satélite o cable, es el dispositivo que posibilita la recepción en el hogar de la televisión digital terrestre y todas sus ventajas: los servicios interactivos, el acceso condicional o la televisión de alta definición. Recibe la señal, comprueba que tenga permiso para mostrarla, ya que quizá haya canales de pago, y envía la señal de forma analógica al televisor analógico, por la entrada normal de antena, para que la presente.

### La TDT de pago se impone

Hay canales de televisión de libre acceso, la mayoría, y otros de acceso limitado o de pago, como pueden ser algunos de espectáculos deportivos o películas de estreno. La recepción de la mayoría de los canales de TDT, de los que hay varias decenas, es totalmente gratuita, aunque en el verano de 2009 el Gobierno aprobó la TDT de pago, y a partir de entonces algunas cadenas vienen emitiendo canales o programas con acceso limitado a aquellos usuarios que se han suscrito a los mismos, pagando.

Para ver los canales de pago se requieren decodificadores, que han de servir para cualquier plataforma —según un estándar tecnológico abierto, de forma que cualquier aparato sirva para descodificar la señal de pago de todos los operadores que utilicen este tipo de emisión—. Estos decodificadores también pueden estar integrados en el *firmware* del propio equipo, y así se evita el colocar otra cajita externa.

Ahora, con el acceso a la televisión por Internet a través de un televisor, PC, tableta o *smartphone*, ya ni siquiera se necesitan decodificadores, y el acceso se controla por la propia clave del usuario a la red.

### ¿Qué era el servicio Imagenio?

Así se conocía la televisión digital de Telefónica. A través de este servicio, por unos 12 euros los ciudadanos disponían de una oferta de 36 canales de televisión digital y 15 de audio. Todo ello se completaba con un servicio de vídeo bajo demanda (VoD), que ofrecía la posibilidad de contratar a la carta un centenar de estrenos de cine, más de 300 películas periódicamente renovadas, cerca de 400 series televisivas y una gran variedad de conciertos y documentales. Bajo la modalidad de pago por visión (PpV), podían adquirirse unos 18 partidos de fútbol de liga y copa a la semana. Paralelamente a los servicios de televisión, se facilitaba también desde el mismo aparato el acceso a Internet, tanto a través del PC como de la televisión.

A partir de mediados de 2013, Telefónica estrenó un servicio de televisión de pago que jubiló la marca anterior (Imagenio) y que modernizó tecnológicamente la oferta audiovisual del operador de telecomunicaciones. De esta forma, los más de 700.000 usuarios de Imagenio pasaron a la plataforma Movistar TV sin necesidad de cambiar el descodificador y de manera transparente.

## La televisión por cable

En España, la televisión por cable no está muy extendida, al contrario de lo que sucede, por ejemplo, en los países del norte de Europa, donde predomina esta modalidad de acceso, por la ventaja de que no se necesita antena, sino que la señal de televisión llega directamente al receptor a través de un cable coaxial o de fibra óptica, que admite una gran capacidad —ancho de banda—, por lo que se pueden transmitir numerosos canales simultáneamente. Proporciona gran calidad y, por la misma red, se puede ofrecer telefonía y acceso a Internet. Eso sí, hay que montar la infraestructura de cable, lo que suele llevar su tiempo y es costosa de amortizar.

El origen de la televisión distribuida a través de sistemas de cables se produjo hacia finales de la década de 1940 en EE. UU. El objetivo inicial era hacer llegar las imágenes televisivas a aquellas localidades que, por cuestiones topográficas (por ejemplo, encontrarse en un valle), no podían ser atendidas por la difusión de las estaciones terrestres, ya que no las alcanzaba su señal.

En 1994, la situación del cable en España era caótica. Existían más de 500 operadores locales que actuaban de forma ilegal, la penetración de esta tecnología era ínfima y Telefónica estaba cableando algunas ciudades sin pedir autorización. En la actualidad existe uno a nivel nacional: Ono (adquirido por Vodafone en 2014) y dos locales: Euskaltel (propietario de R Cable) y Telecable en Asturias, con una base de clientes muy reducida.

En la televisión por cable, el usuario paga por la instalación del sistema, además de abonar una cuota mensual por el acceso al servicio. Dicho abono se incrementa si el suscriptor desea recibir otras señales catalogadas como «Premium» (por ejemplo, películas de estreno, espectáculos deportivos o musicales, etc.).

## La televisión por satélite

La difusión vía satélite se inició hace ya bastantes décadas con el desarrollo de la industria espacial, que permitió poner en órbita geoestacionaria satélites con transductores que emiten señales de televisión que son recogidas por antenas parabólicas, de gran tamaño inicialmente, aunque muy reducidas ahora. Para recibirla se necesita una antena parabólica correctamente orientada al satélite, y un aparato de demodulador de la señal. Los canales se emiten en «abierto» y/o en «cerrado». Su calidad se puede ver alterada por las condiciones meteorológicas, como lluvia o nieve. Su gran ventaja es su área de cobertura (la denominada «huella» del satélite), que puede ser tan amplia como un continente.

## La televisión por Internet

Los hábitos sociales están cambiando muy rápidamente, muchos de ellos influidos por la red (Internet) y, así, las «redes sociales» están cambiando nuestra forma de comunicarnos entre nosotros, quizá de una manera más individualizada que colectiva. Con la diversidad y variedad de dispositivos conectados, ya no es necesario sentarse en el salón de casa para ver la televisión, y cada miembro de la familia decide cuándo, cómo y qué programa ver; es posible gracias a la cobertura de Internet.

El desarrollo de redes IP, basadas en accesos de los clientes a las mismas mediante ADSL, fibra óptica FTTH, cable o satélite, que proporcionan gran ancho de banda, así como el aumento de las capacidades de compresión de datos, posibilitan la distribución de la señal de televisión digital encapsulada mediante el protocolo IP.

Hace ya más de una década, a partir del año 2003, surgieron plataformas de distribución de televisión IP (IPTV) soportadas tanto en redes del tipo ADSL o de fibra óptica para visualización en aparatos tradicionales de televisión, como para ordenadores personales, tabletas y teléfonos móviles. La señal se recibe a través de la línea telefónica, por la conexión de datos (fibra, o 3G/4G). La oferta *Triple play* de los diversos operadores incluye voz, datos y televisión. Su ventaja es que la podemos ver en cualquier punto con acceso a Internet y desde cualquier dispositivo.

### La televisión en el móvil

La gente joven y no tan joven utiliza el móvil como el principal dispositivo de acceso a Internet, al menos cuando está fuera de casa y también dentro, si tiene tarifa plana o una conexión wifi «gratis» de datos.

Para ver la televisión, el teléfono (*smartphone*) deberá descargar la señal digital de televisión, almacenarla, descodificarla e ir la reproduciendo como imágenes según la tecnología conocida como *unicast* o *streaming*. También en la modalidad *broadcast* es posible visualizar en la pantalla de nuestros móviles un programa de vídeo o televisión. En España se puede ver la televisión móvil en modo 3G y 4G mediante suscripción con operadoras de telefonía móvil que, por unos pocos euros, ofrecen servicio de televisión de varios canales en *streaming* o elegir vídeos seleccionados por la cadena.

Mientras que con *unicast* se establece un canal exclusivo (comunicación punto a punto) entre la estación base y el usuario, *broadcast* es un auténtico servicio de difusión, ya que se establece una comunicación punto-multipunto, sin limitación en el número de usuarios que pueden acceder al servicio de manera simultánea.

En el caso de la difusión de la señal de televisión por DVB-H (*Digital Video Broadcast-Handheld*), la norma europea sobre IP, el contenido audiovisual se difunde directamente a un terminal con capacidad de recepción de la señal televisiva, sin que intervenga el operador de comunicaciones móviles.

### Televisión 3D

La visión estereoscópica (tres dimensiones) es una técnica ya conocida y utilizada en la fotografía de principios del siglo XX, y todos nosotros hemos visto los «aparatos» que se empleaban para verlas. Un siglo más tarde, a finales de la primera década del siglo XXI, comienzan a aparecer los primeros sistemas comerciales de televisión en 3D basados en la captación, transmisión y representación de dos imágenes similares desplazadas la una respecto a la otra y polarizadas.

Para ver las imágenes en 3D se necesitarán gafas con filtros polarizados, filtros de color (color rojo para el ojo derecho y cian para el izquierdo) o gafas «activas» que dejan pasar las imágenes o no, para cada

uno de los ojos. Últimamente, también se ha desarrollado la tecnología de pantallas 3D que no requieren de gafas para la visión tridimensional, pero son complejas y no siempre su resultado es satisfactorio, ya que depende de muchos factores, como la posición del espectador, pues si este no se halla perfectamente delante de la pantalla, la calidad es mala.

La realidad es que la televisión en 3D no está teniendo mucho éxito y, aunque se venden aparatos, pues su precio no es muy excesivo comparado con el del resto, aún no hay muchas emisiones en 3D y su calidad de imagen tendría que mejorar.

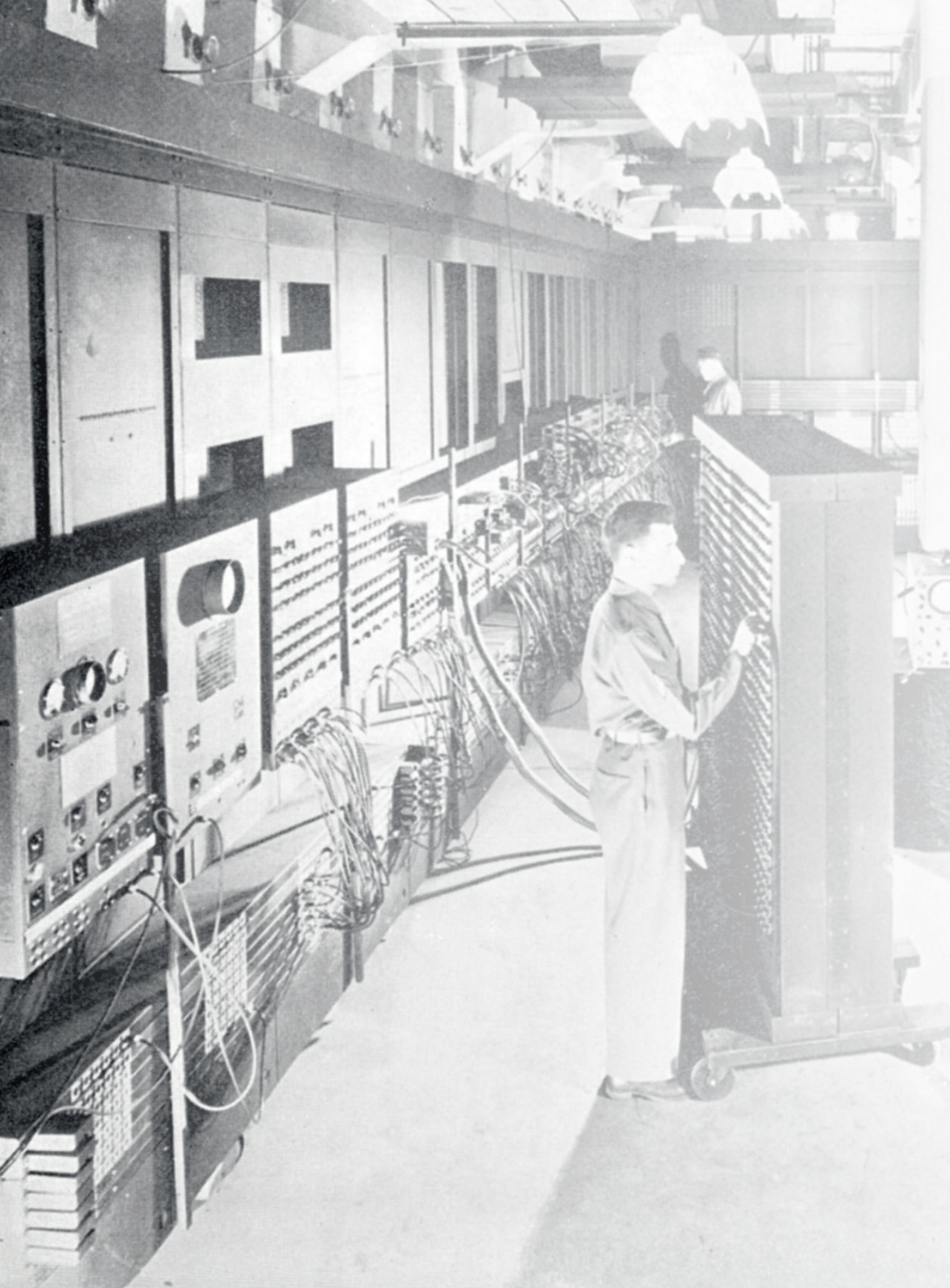
## Netflix, televisión por Internet

Recientemente lanzado en España por Vodafone (octubre de 2015), Netflix es el servicio de televisión —de pago— por Internet (*Pay IPVV*) más importante del mundo y estará disponible en Vodafone TV a través de una aplicación en el descodificador. La plataforma televisiva estadounidense también estará disponible para *smartphones* y tabletas a través de la aplicación Netflix, que se puede conseguir en las tiendas de aplicaciones.

La televisión de pago también es ofrecida por Telefónica (Movistar), tras la compra de Canal+, en julio de 2015, en su oferta Movistar+ que, además, incorpora Yomvi. Orange, el otro operador convergente, también contempla en su oferta la inclusión de canales de televisión que pueden verse en distintos dispositivos, incluso simultáneamente, como ocurre con el resto de operadores.

## Google Cast

Los dispositivos Google Cast, u otros similares, permiten a los usuarios enviar el contenido favorito desde su teléfono, tableta o portátil al televisor de grandes dimensiones o a un equipo de sonido de alta fidelidad, reproduciendo lo que está viendo o escuchando con gran calidad, conectándose, por ejemplo, mediante la red wifi. Google Chromecast es un dispositivo de *streaming* multimedia fabricado por Google, que sirve, básicamente, para replicar en el televisor, mediante una entrada HDMI, las páginas web que se están viendo en el dispositivo portátil.





# Capítulo 4

---

## Informática y ordenadores

*Del ábaco al bitcoin*

### Introducción

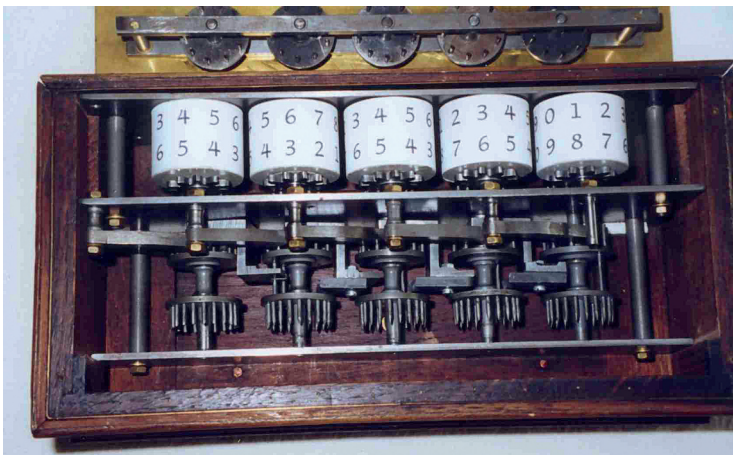
Las necesidades de realizar cálculos son tan antiguas como la vida, pues como dijera Gordon Childe «cuando una sociedad tiene todos los bienes en cantidad superior a la que puede utilizar con carácter inmediato, necesita números».

Desde el uso de los dedos, guijarros, ábacos, quipu, reglas de cálculo, pascalinas, calculadoras, máquinas analíticas, aritmómetros, tabuladoras, ordenadores, *smartphones* o tabletas, el hombre se ha dotado de artefactos (etimológicamente «hecho con arte») para resolver todo tipo de cálculos. La lista de culturas, inventos y personajes que han contribuido al desarrollo de los sistemas y dispositivos de cálculo desde la prehistoria a nuestros días es totalmente «incalculable». Ha sido una permanente lucha del ser humano para dominar los números con armas matemáticas cada vez más sofisticadas que los historiadores de la ciencia se han afanado en describir de la manera más cronológica posible. Para esta introducción nos remitimos al esquema de Luis Arroyo en su libro *100 años de informática y telecomunicaciones*.

A medida que las sociedades se han ido desarrollando, se han tenido que enfrentar con más y más complejos problemas de cálculo, ya que existen estadísticas que permiten relacionar el Producto Interior Bruto (PIB) con la potencia de cálculo instalada que podemos medir en MIPS, millones de instrucciones por segundo.

Las primeras calculadoras mecánicas se desarrollaron durante un periodo que podemos situar entre los años 1623 y 1899; nombres como Pascal y Leibniz son conocidos por sus importantes aportaciones al desarrollo de las máquinas de cálculo, orientando sus esfuerzos a la mejora de los procesos automáticos, la reducción de errores y el aumento de la velocidad de las operaciones que hay que realizar.

**Figura 4.1 Calculadora *Pascalina* de Blaise Pascal**



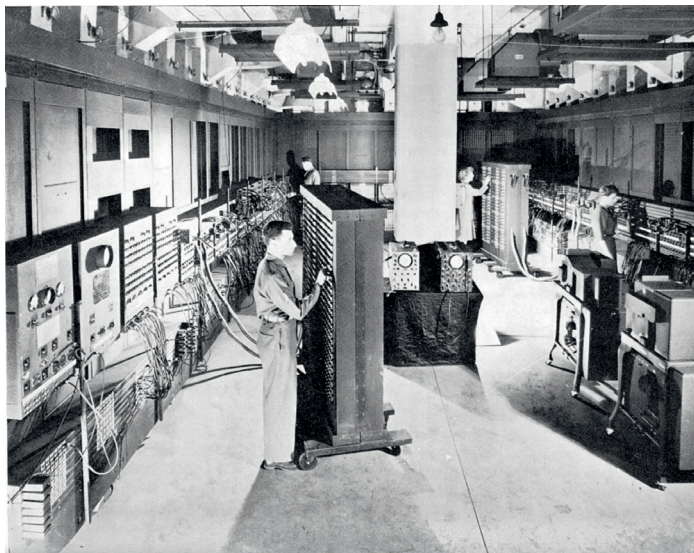
Ellos fueron los verdaderos precursores de las cajas registradoras, las máquinas de contabilidad, las tabuladoras o las calculadoras de bolsillo.

De estos primeros artilugios se han derivado muchos conceptos que han permitido llegar a la explosión de la era informática y su convergencia con las telecomunicaciones, hasta la llegada del mundo Internet y la Sociedad de la Información en la que estamos inmersos.

A partir de 1945, el término inglés *computer*, que se asociaba al «ser humano capaz de realizar cálculos con ayuda de una calculadora», pasa a convertirse en la denominación de un equipo que hace lo mismo que el hombre al que reemplaza. Nace así el ordenador como fruto de una convergencia de tecnologías que permiten al dispositivo realizar cálculos, almacenar la información y utilizarla de la manera más conveniente. Esta convergencia se inicia entre los años 1930 y 1945, periodo en el que florecen muchas técnicas que van desde el cálculo automático, relojes mecánicos, autómatas o registros de información.

A partir de la década de 1940, estos procesos culminan con la puesta en funcionamiento del ENIAC (Electronic Numeral Integrator and Computer) que, aunque hereda la cinta perforada del telégrafo, el relé de la telefonía, la tarjeta perforada de la tabuladora y las válvulas de vacío de la radio, es el resultado de las investigaciones de una serie de nombres ilustres entre los que destacan John Von Neuman, Howard Aiken y George Stibitz en EE. UU., o Alan Turing y Maurice Wilken en el Reino Unido, por nombrar a algunos de ellos; y de una cadena de innovaciones tecnológicas que empieza por la válvula de vacío de Lee de Forest en 1909, el transistor de William Shockley de 1947, el circuito integrado de Jack Kilby en 1958 y el microprocesador de Intel en 1971.

**Figura 4.2 El computador ENIAC**



Con la llegada de la segunda guerra mundial, la mayor parte de los proyectos de ordenadores se someten al secreto militar y al final de la contienda comienza la verdadera historia de la Primera Generación de la informática, con la venta del Univac I a la Oficina del Censo norteamericano en 1951.

Al Univac I le sigue el Univac II y los IBM 701, 702 y 650, con lo que comienza el uso generalizado de la informática. El crecimiento fue exponencial, ya que se calcula que, si en 1961 había diez mil ordenadores en Norteamérica, estos pasaron a cien mil el 1971, superando la cifra de un millón una década más tarde.

«En el futuro es posible que los ordenadores no pesen más de 1,5 toneladas.»

*Popular Mechanics* (revista de mecánica), 1949.

La segunda generación de la informática viene marcada por la utilización del transistor a finales de la década de 1950, que permite a la informática ser más asequible debido a sus ventajas frente a las válvulas de vacío, por su mayor potencia de proceso, aumento de la fiabilidad y reducido tamaño y disipación, consumiendo muy poca energía.

Con esta nueva tecnología, como era de esperar, aumenta el número de fabricantes y se mejoran los programas y sistemas operativos. Aparece el concepto de multiproceso. El resultado es que Univac e IBM se ven obligados a compartir el mercado con RCA (Radio Corporation of America) y CDC (Control Data Corporation).

A mediados de la década de 1960, la serie IBM 360 y Univac 1108 marcan el inicio de la tercera generación mediante el empleo de los circuitos integrados. Esta nueva tecnología multiplica las ventajas de los transistores, aportando mayores capacidades de proceso y almacenamiento. Aparece el concepto de miniordenador gracias a la miniaturización y se empieza a usar el lenguaje de bajo nivel: el Basic.

A finales de la década de 1960 apareció el circuito integrado (CI), que posibilitó la fabricación de varios transistores en un único sustrato de silicio en el que los cables de interconexión iban soldados. El circuito integrado permitió una posterior reducción del precio, el tamaño y los porcentajes de error. El microprocesador se convirtió en una realidad a mediados de la década de 1970. La cuarta generación viene marcada por la desaparición de los núcleos de ferrita en las memorias centrales, sustituidas por los *chips*, y a su vez el circuito integrado pasa por diferentes grados de miniaturización, del LSI al VLSI, que consigue hasta cien mil componentes por milímetro cuadrado; aparece el disco y el *diskette* y nace el concepto de *firmware*.

IBM, Burroughs, GE, NCR, CDC, Univac y Honeywell acaparan el mercado de la década de 1960 lo que la revista *Fortune* llegó a denominar el mercado de «Blancanieves y los siete enanitos», pero el cuento no dura mucho, ya que al final se decantan los BUNCH (Burroughs, Univac, NCR, CDC y Honeywell), denominación que tampoco tiene demasiado sentido con la aparición de las máquinas de DEC, HP y Datapoint, difícilmente clasificables, y se acaba con las nomenclaturas al llegar los ordenadores personales, anunciando IBM su famoso PC en 1981. Esa primera computadora de IBM, su gran éxito, fue el ordenador que dio origen al estándar, y permitiría el desarrollo de la industria. La fama que había alcanzado la empresa desde sus orígenes se tradujo en confianza hacia su nuevo modelo, el IBM PC.

La década de 1980 produce un fenómeno no fácil de evaluar con la entrada de AT&T, estableciéndose una clara competición entre los tres grandes colosos, IBM, AT&T y las empresas japonesas (NEC, Fujitsu), pero, a efectos de facturación, IBM mantenía el liderazgo con más de 45.000 millones de dólares.

En 1982 aparece la empresa Apple, cuando IBM se decide finalmente por entrar en el mercado de los ordenadores personales, los famosos PC que darán el vuelco al mercado. International Business Machines, en siglas IBM, es la empresa que consiguió hacer de su modelo de PC un estándar. En otras palabras, es la «culpable» de que la mayoría de nosotros tengamos un PC o tableta que opera con Windows.

**Figura 4.3 Logo del sistema operativo Windows**



«Si la industria automovilística hubiera seguido el mismo desarrollo que los ordenadores, un Rolls-Royce costaría hoy 100 dólares, circularía un millón de millas con 3,7 litros y explotaría una vez al año, eliminando a todo el que estuviera dentro en ese momento.»

Robert X. CRINGELY

La década de 1990 produce un giro al mercado, en el que la industria se ha «horizontalizado» abandonando los suministros de sistemas completos —soluciones propietarias— de la década anterior. Las máquinas pierden protagonismo con respecto al concepto de «soluciones», por lo que irrumpen en el mercado otra serie de empresas especializadas en «servicios informáticos», montados en plataformas de diferentes proveedores. Las «soluciones» dejan de ser propietarias y los usuarios pueden combinar distintos elementos de diferentes fabricantes para formar las que se adaptan mejor a sus necesidades.

La llegada del tercer milenio, con la marcada presencia de Internet, transmite el protagonismo a empresas operadoras de telecomunicaciones y el mercado se empieza a globalizar. Se habla del Hipersector de la Electrónica y las TIC. Conceptualmente, la informática da paso a la nueva y más amplia denominación: Tecnologías de la Información y, a su vez, las telecomunicaciones parecen pasar al concepto de las Comunicaciones, al asociarse la voz a los datos y a la imagen que definen las comunicaciones multimedia con ofertas de tipo *Cuadruple play* (voz, datos, televisión y móvil) a las que estamos tan acostumbrados.

### La primera máquina de contar

La mano del hombre es sin duda el más antiguo medio para contar y calcular que los pueblos han usado a lo largo de los tiempos. Los autores griegos ya lo mencionan y Cicerón nos recuerda que esta práctica era muy corriente en Roma. El filósofo Séneca menciona en su *Epístola*, «la avaricia me enseñó a contar y a poner mis dedos a disposición de mi pasión».

Esa práctica no fue solo patrimonio de Grecia y Roma, ya que en todas las antiguas civilizaciones, desde Mesopotamia al Egipto de los faraones, o desde el islam, China o la India a la América precolombina, existen trazas antropológicas de lo que podríamos considerar la más antigua máquina de calcular de todos los tiempos.

### La enigmática base 60

Los sumerios fueron el único pueblo de la historia que utilizó un sistema sexagesimal cuya explicación constituye uno de los enigmas de la historia. Las primeras hipótesis, atribuidas al griego Teón de Alejandría, sostienen que eligieron el número 60 como base de la numeración al ser el que tiene el máximo de divisores, dada la particularidad de ser divisible por los seis primeros números enteros.

Sea como fuera, este sistema de numeración es muy trascendente, ya que se sigue usando para la geometría y la medida del tiempo (los 360° de la circunferencia, una hora se divide en 60 minutos y un minuto en 60 segundos), y para contar algunos elementos, como la docena de huevos.

### El ábaco

El primer ejemplo que encontramos en la historia de aparatos y máquinas para realizar operaciones de forma rápida y automática es el ábaco, aparecido, posiblemente, hacia el 3000 a. C. en Oriente Próximo (Mesopotamia), que servía para agilizar las operaciones aritméticas básicas, y que se extendió a China y Japón, siendo descubierto por Europa mucho más tarde.

El término proviene del latín *abăcus*. Se trata de un cuadro construido con madera que dispone de 10 alambres o cuerdas dispuestos de manera paralela. Cada uno de estos alambres o cuerdas, a su vez, cuenta con 10 bolas que pueden moverse. Es, por lo tanto, un instrumento que ayuda a realizar cuentas y cálculos simples.

### La numeración decimal

El gran matemático y astrónomo indio Brahmagupta desarrolla hacia el año 500 a. C. el sistema de numeración decimal, constituido por nueve cifras y un cero, describiendo a su vez las reglas algebraicas fundamentales, donde el cero representa «un número nulo» y, además, habla del concepto matemático «infinito» como inverso del número cero.

## El origen del álgebra y los algoritmos

La latinización del nombre del astrónomo Al Khuwāritzmi entre los años 820-850 d. C. da origen a la palabra *algorismi* o *algorismus*, así como el nombre de «álgebra», que proviene del título de la obra *Al jabr wa'l mukábala*.

### El *Liber Abaci*

En el año 1202, Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci, publica el famoso libro *Liber Abaci*, que propició considerablemente a la difusión de las cifras «árabes» y representa una importante contribución al desarrollo de la aritmética y el álgebra en Europa occidental, con cierta oposición de la Iglesia ante el rumor de que el cálculo árabe debía de encerrar algo demoníaco. ¡De ahí que enviaran a los algoristas a la hoguera con el mismo entusiasmo que a las brujas y a los herejes!

### Historia del número cero

Cuando los árabes adoptaron el cero junto con las demás cifras indias, tradujeron la palabra sánscrita *s'ahunya* ('vacío') por la palabra árabe *sifr*, término que fue romanizado en su pronunciación en la Europa cristiana.

Así, Fibonacci, en el *Liber Abaci*, lo llama *zephirum* que, junto con las nueve cifras restantes, permiten escribir todos los números.

Desde la época de las cruzadas, el cero ha recibido indistintamente varias denominaciones, como *sifra*, *cifra*, *cifra*, *cyphra*, etc., a lo que añadir que en inglés se denominó *cipher*, actualmente sustituido por *zero*.

Curioso es señalar que el matemático, astrónomo y físico alemán Carl Friedrich Gauss, uno de los últimos sabios que escribió su obra en latín, seguía empleando la palabra «cifra» con significado de 'cero'.

### ¿De dónde provienen los signos «+» y «-»?

El matemático alemán Johaan d'Eger introduce en 1489 los signos de suma *piu* y resta *minus*, notaciones que se siguen utilizando en la actualidad. Estos signos fueron completados sucesivamente con «x», «/» y «=».

### ¿Y la palabra «cálculo»?

El origen de la palabra procede del latín *calculus*, que significa 'guijarro' o, por extensión, 'piedras', haciendo referencia al montón de piedras con el que nuestros antepasados prehistóricos se iniciaron en el cálculo matemático elemental.

De aquí también el sentido de la palabra «calculador», introducida en 1546 por Guillaume Budé, proveniente del latín *calculator*, que en español es sinónimo de «ordenador».

### El cálculo mental, un niño prodigio

Cuenta la historia que un día el maestro del joven Carl F. Gauss le preguntó si era capaz de sumar todos los números del 1 al 100 y al parecer dio la respuesta correcta, 5.050, casi al instante. Al preguntarle el maestro cómo lo había conseguido, explicó que su estrategia fue separar los cien números en cincuenta parejas, como:  $1 + 100$ ,  $2 + 99$ ,  $3 + 98$ ,  $4 + 97$ ... cada una de las cuales suman 101. Después multiplicó  $50 \times 101$  para obtener la respuesta correcta: 5.050.

### El sistema binario de numeración

En este sistema, los números se escriben utilizando únicamente el «0» y el «1», con los que se pueden representar las potencias sucesivas de la base 2, lo que da lugar a representaciones más largas que en el sistema decimal, pero más fácil de entender por los ordenadores.

La simplicidad y elegancia de este sistema de numeración llevaría al filósofo alemán Leibniz a exclamar: «*Omnibus esex nihil ducendis sufficit unum*» ('Uno basta para sacar todo de nada').

Cuenta la historia que un día el padre Boubet (1656-1730), matemático y misionero enviado a China por Luis XIV, comunicó a Leibniz las sesenta y cuatro figuras (26) formadas por hexagramas del tratado chino *Yijim* en las que se identificaban los «unos» con trazo continuo y los «ceros» con trazo discontinuo, donde el filósofo creyó encontrar la transcripción de una numeración binaria que los chinos utilizaban desde la Antigüedad. Resultó una falsedad, ya que el sistema *ying-yang* es una notación simbólica dualista utilizada para fines adivinatorios y no como un sistema de numeración escrita.

### La primera máquina de calcular de la historia

Excluido el ábaco, el primer paso de cálculo mecánico fue dado en 1623 por el astrónomo alemán Wilhelm Schickard al construir un «reloj de cálculo», una máquina capaz de ejecutar las cuatro operaciones de la aritmética según un procedimiento puramente mecánico.

### Las máquinas aritméticas de Pascal y Leibniz

La posibilidad de mecanizar el cálculo aritmético fue demostrada por el matemático y filósofo francés Blaise Pascal en 1642, construyendo un mecanismo compuesto por una serie de ruedas dentadas, numeradas del 0 al 9, capaz de simplificar los interminables cálculos administrativos que se efectuaban con una serie de fichas en la ciudad de Ruan. Aunque hasta 1673 Leibniz no construyó una máquina de calcular por procedimientos puramente mecánicos, comercializada a partir de 1694.

### Historia de la máquina de escribir

Corría el año 1714 cuando la reina Ana de Inglaterra otorga al ingeniero inglés Henry Mill la patente por la invención de un «dispositivo capaz de imprimir letras aisladas y seguidas, tan nítidas y precisas que pueden confundirse con las de la imprenta».

Ya en 1829 el americano William A. Burt inventa el dispositivo denominado *Typographer* donde los caracteres tipográficos estaban grabados en un cilindro metálico. Dando un salto en el tiempo y después de otras muchas innovaciones en este campo, la sociedad americana Remington, especialista en máquinas de coser, se interesa por los desarrollos de Sholes y Glidden para fabricar la Remington Model I, que acabaría siendo la primera máquina de escribir en EE. UU. a partir de 1873.

Más tarde, estas máquinas evolucionadas, y eléctricas, se utilizarán como dispositivos de entrada y salida de datos en los primeros ordenadores.

## La máquina de Bollée

Esta máquina de multiplicación directa fue concebida por el francés León Bollée en 1888, inventor del primer coche de gasolina y organizador de las primeras 24 horas de Le Mans.

Estaba provista de un mecanismo capaz de efectuar una serie de operaciones además de las multiplicaciones de números de varias cifras con una mejor eficacia con respecto a las calculadoras de la época. Fue presentada en la Exposición Universal de París de 1889.

No obstante, la mecanización completa de las cuatro operaciones no fue resuelta hasta 1910 por el ingeniero americano Jay R. Monroe.

## Álgebra de Boole

En 1815 George Boole propuso una herramienta matemática llamada «álgebra de Boole», un sistema que utiliza variables y operadores lógicos. Las variables pueden valer «0» o «1», y las operaciones básicas son OR (+) y AND (\*). En 1938, Claude Shannon propuso que con ella es posible modelar los llamados «sistemas digitales».

## Del cálculo mecánico al electromecánico

La historia de las tecnologías electromecánicas aparece en 1831, cuando el norteamericano Joseph Henry inventa el primer relé eléctrico, época en la que la electricidad solo servía como elemento motor de las máquinas. Este descubrimiento va de la mano de las aportaciones del británico Charles Wheatstone, quien en 1837 realiza un dispositivo, utilizando el relé, capaz de activar a distancia una pila eléctrica, produciendo variaciones de corriente eléctrica.

Otro iniciador del cálculo electromecánico fue el español Leonardo Torres y Quevedo, que en 1913 realizó un aritmómetro electromecánico basado en la técnica de los relés electromagnéticos.

## ¿Qué es entonces una calculadora analógica?

De manera más científica podemos decir de la mano de G. Verroust que «las calculadoras analógicas son dispositivos en los que los parámetros del problema que hay que resolver están representados por

fenómenos físicos variables y continuos que evolucionan dentro de un sistema que obedece a leyes físicas o matemáticas equivalentes al fenómeno estudiado».

### Del cálculo analógico al numérico

El desarrollo de la industria y las finanzas a partir del siglo XIX, que requerían crecientes necesidades de herramientas adaptadas a los negocios, propició la expansión de las máquinas de cálculo.

Innovaciones como los teclados numéricos para la introducción de datos en los dispositivos, o los dispositivos de impresión junto con el desarrollo de los códigos numéricos, abrió el camino de los métodos numéricos para el tratamiento de la información, dado que los sistemas clásicos eran demasiado limitados para el desarrollo favorable de lo que han acabado siendo los ordenadores.

### Los telares de Jacquard

Gracias a los esfuerzos de Joseph Marie Jacquard a finales del siglo XIX, la técnica de los telares uniendo la técnica de programación de tarjetas perforadas a los sistemas de funcionamiento automático, permitía combinar el empleo de un tambor móvil provisto de una secuencia de tarjetas con una barra móvil que levantaba los ganchos. De esa manera, en 1804 se hizo realidad el primer telar automático accionado por un sistema de tarjetas perforadas con gran aceptación en la industria textil.

### La máquina analítica de Babbage

El matemático inglés Charles Babbage puso en práctica el sistema de programación por medio de tarjetas perforadas en una máquina muy elaborada de tipo numérico que denominó *Analytical Engine*.

Disponía de una serie de mecanismos implantados en un cilindro modificable junto con un conjunto de registros de cifras cuyo diseño permitía ejecutar de forma automática una secuencia de operaciones encadenadas de cualquier naturaleza sobre mil números de cincuenta cifras a la vez. Los resultados fueron tan espectaculares que hizo escribir a la matemática lady Ada Lovelace, hija única de lord Byron y ayudante de Babbage: «Podemos decir que la Máquina Analítica tejerá motivos algebraicos como los telares de Jacquard tejen flores y hojas».

En el crepúsculo de su vida, de forma profética, Babbage exclamaría: «Si yo pudiera vivir algunos años más, la maquina analítica seguiría existiendo y su ejemplo se difundirá por toda la tierra».

### ¿Qué significa «informática»?

La palabra «informática» viene del latín *formaticum* que significa 'formación'. Este neologismo fue creado por el francés Phillippe Dreyfus en 1962 a partir de las palabras informa(ción) y (automá)tico.

## Árbol genealógico de la informática

Parece entonces difícil saber cuándo se inventó el ordenador: ¿en 1673, cuando Leibniz inventó la calculadora? ¿En 1847, cuando Babbage inventó la máquina diferencial? Ambos se consideran precursores de la informática, aunque el verdadero avance teórico aparece con la máquina de Turing de 1937. Se trataba, como veremos, de un mecanismo conceptual más que de una herramienta física, destinada a ejecutar una serie de instrucciones muy sencillas denominadas algoritmos que se conocen genéricamente como programas informáticos.

### ¿Qué es un código binario?

Cualquier número puede servir de base para representar otros números. Por razones biológicas, el ser humano ha utilizado el número diez (los diez dedos de las dos manos) como base de representación de los números. Sin embargo, los ordenadores utilizan un código más sencillo denominado «binario» para hacer sus operaciones que se pueden asociar al encendido y apagado de un interruptor.

Con ese código, la representación de los primeros números sería:

0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111, 10000...

Para traducir un número binario, por ejemplo el 11.101, al sistema decimal al que estamos habituados, debemos tener en cuenta que la primera cifra de la izquierda representa 16, la segunda 8, la tercera 4, la cuarta 2 y la primera 1, entonces el número binario 11.101 corresponde al 29 en decimal, porque:

$$(1 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) = 29$$

### ¿Qué es un *BIT*?

Es la unidad elemental de información. Dado que en informática se trabaja con códigos binarios, cada uno de los dos dígitos que constituye ese sistema de información representa un *bit* (*Binary Digit*), simbólicamente un 0 o un 1 y físicamente, por ejemplo, una bombilla encendida o apagada.

Un kbit representa 1.000 bits ( $10^3$ ), pero 100 billones ( $10^{14}$ ) de bits representan la cantidad de información que hay en la Biblioteca del Congreso de EE. UU. en Washington DC, ¡una de las mayores bibliotecas del mundo!

Dicho de una manera más científica, ¡un bit de información es la cantidad de información que necesitamos para tomar una decisión entre dos alternativas con un mismo grado de probabilidad! Podemos decir que un bit representa «la cantidad de incertidumbre» que hay al lanzar una moneda al aire.

### ¿Y un octeto?

Los ordenadores procesan, habitualmente, la información en bloques de 8 bits, un octeto, que se denominan *bytes*.

Los múltiplos de esos bytes incorporan los términos *kilo* (1.024 bytes o  $2^{10}$ ), *mega*, *giga*, *tera*, *peta*, *exa*, *zetta*, *yotta*, basados en raíces griegas, para definir cantidades importantes de información.

Esta denominación de octetos, al estar constituidos por 8 bits (unidad básica de información), todavía se mantiene en francés. En español también se denomina «carácter».

Dado que los ordenadores solo utilizan dos caracteres diferentes, que representamos como «0» y «1», es necesario efectuar una codificación de cada carácter en ceros y unos. Existen diferentes sistemas de codificación, la mayoría de los cuales utilizan 8 bits para codificar los caracteres naturales, aunque otros emplean 16 e incluso 32 bits. Los más utilizados son el sistema EBCDIC y el sistema ASCII.

### ¿Qué es un dato?

Se puede definir como una cadena de caracteres asociados a un concepto. Por ejemplo, la cadena de números 91 876 54 32, si la asociamos a un número de teléfono se convierte en un dato.

### Entonces ¿qué es la información?

Etimológicamente, la palabra procede del latín *informatio*, que corresponde a la acción del verbo *informare*, dar a conocer o proporcionar conocimiento. En esa secuencia de razonamiento cotidiano, la información sería el conjunto de interrelaciones de datos capaces de proporcionarnos valor.

Pero en la teoría de la información desarrollada por Shannon, la información es una medida de la incertidumbre que puede definirse por una fórmula equivalente a la Ley de Nyquist y Hartley:  $H = n \cdot \log s$ .

$H$  es la cantidad de información,  $n$  es el número de símbolos transmitidos y,  $s$ , la dimensión del alfabeto utilizado.

### Teoría de la información

Esta teoría, formulada por Claude Shannon en 1948, concibe la información como una magnitud observable y medible, orientada a obtener el máximo rendimiento de un sistema físico de transmisión, constituido por un elemento emisor y otro receptor enlazados por un canal de transmisión, con el objeto de reducir al máximo el coste de esa transmisión.

### Energía e información

«Hacer algo requiere energía. Especificar algo requiere información.»

Seth LLOYD, 2006.

## ¿Qué es un algoritmo?

Un algoritmo se define formalmente como «una sucesión de reglas finitas elementales, regidas por una prescripción precisa y uniforme, que permite efectuar paso a paso, en un encadenamiento estricto y riguroso, ciertas operaciones de tipo ejecutable, con vistas a la resolución de los problemas pertenecientes a una misma clase».

Dicho de otra manera, un algoritmo nos proporciona el método o el procedimiento de obtener algo, ya sea la lista de números primos, una raíz cuadrada o la solución de cualquier problema matemático de forma precisa como, por ejemplo, cómo encontrar el máximo común divisor (MCD) de dos números al azar: 4.782 y 1.365:

Dividimos el mayor por el menor  $4.782 / 1.365 = 3$ , resto 687.

Dividimos el menor de los números por el resto  $1.365 / 687 = 1$ , resto 678.

Y así seguimos con el mismo procedimiento:

$687 / 678 = 1$ , resto 9

$678 / 9 = 75$ , resto 3

$9 / 3 = 3$ , resto 0

Por lo tanto, 3 es el máximo común divisor de esos dos números.

## Los primeros autómatas

Los primeros autómatas fueron posibles gracias a la contribución del ingeniero español Leonardo Torres y Quevedo, que además de ser pionero en el mundo de las máquinas analíticas, permitió establecer los principios generales de la automática. Se trata «de métodos electromecánicos establecer desplazamientos de conmutadores que, mediante la activación de electroimanes, ponen en marcha las acciones correspondientes a la concurrencia de las circunstancias que se consideren».

Sus teorías fueron esenciales, junto con el desarrollo de las matemáticas y la lógica, no solo para la creación de los ordenadores, sino también para la expansión de las técnicas de los robots.

## El nacimiento del cálculo electrónico

Desde el descubrimiento de la válvula de Fleming en 1904, más conocida como diodo, seguido del descubrimiento del triodo en 1907 por el americano Lee de Forest, se fue evidenciando la utilización de estos tubos de vacío en la conmutación de las señales eléctricas, dando paso a las calculadoras numéricas.

Posteriormente, los trabajos de William. H. Eccles y Frank. W. Jordan en Inglaterra permitieron descubrir los famosos circuitos *flip-flop* a base de triodos que permitieron disponer de los primeros circuitos electrónicos binarios. De esta manera, al establecer la codificación de la información utilizando códigos binarios, se permitió el cálculo binario electrónico.

Estas innovaciones deben considerarse uno de los acontecimientos más destacados del siglo XX, ya que permitieron utilizar la electricidad no solo como una fuente primaria de energía, sino un uso directo para el tratamiento automático de la información.

### La primera calculadora analítica multifuncional

En 1943 se concibió, en la Moore School de la Universidad de Pensilvania, el ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), concebido para ejecutar una importante cantidad de operaciones por medio de circuitos electrónicos. Su programa estaba conectado al procesador y debía ser modificado manualmente; se reconstruía siempre que cambiaba el programa, y era muy lenta de programar (se tardaban días o incluso semanas).

Pesaba treinta toneladas y ocupaba una superficie de 72 m<sup>2</sup>. Totalmente electrónica, disponía de 18.000 tubos de vacío que consumían 200 kW e incorporaba 10.000 condensadores, 6.000 conmutadores, 50.000 resistencias y 1.500 relés.

### La máquina de Turing

El verdadero desarrollo de la informática se produjo durante la segunda guerra mundial, cuando el lógico matemático Alain Turing publicó el famoso artículo *Sobre los números calculables y su aplicación al problema de la decidibilidad*, que permitió definir la noción de algoritmo e introdujo el concepto clave de su máquina, que la define como «un dispositivo matemático abstracto, capaz de leer y escribir informaciones unitarias al nivel más elemental de su análisis lógico en una cinta potencialmente infinita, procediendo para ello casilla por casilla».

Dicho de otra manera, una máquina ideal, imaginaria, que produce por secuencia de operaciones elementales, y que funciona de manera discontinua, etapa por etapa.

La gran contribución de la máquina de Turing según J. Bureau, es la de «simular los procedimientos del tratamiento de la información a su nivel más analítico, describiendo así lo que tiene que ser escrito, leído, transferido o modificado para efectuar un tratamiento, y presentando al mismo tiempo la sucesión de los estados internos correspondientes». Es, por tanto, una máquina universal programable capaz de ejecutar cálculos de cualquier naturaleza mediante símbolos abstractos.

Existen entonces infinidad de máquinas de Turing, cada una definiendo la estructura de una familia bien determinada de dispositivos artificiales, como la máquina de Pascal u otras máquinas calculadoras.

### La gran aportación de John von Neumann

Tras las importantes contribuciones de Turing a finales de 1944, el matemático americano de origen húngaro John von Neumann fue contratado por la Moore School para concebir un nuevo tipo de calculadora. Con su famoso informe *First draft of a report on EDVAC*, describió las concepciones teóricas necesarias para el control lógico de un sistema de cálculo analítico de gran velocidad, en el que para él

la estructura lógica era independiente de la propia máquina. Este informe representa la primera contribución científica que proporcionó las bases generales de los nuevos sistemas de programación. Es decir, gracias a Neumann el concepto de ordenador se hizo científicamente transmisible y universalmente utilizable.

La contribución esencial de Von Neumann fue demostrar que una calculadora numérica secuencial provista de un programa grabado, no es otra cosa que un dispositivo real del algoritmo universal de Turing, lo que marca la transición de las calculadoras analíticas a las máquinas de Von Neumann, conocidas como «ordenadores».

## La máquina *Enigma*

*Enigma* fue la máquina utilizada por el ejército alemán para codificar sus mensajes durante la segunda guerra mundial. Era una especie de máquina de escribir compuesta por 3 cilindros por los que rotaba cada letra. Cuando el primer cilindro rotaba 26 veces (las letras del abecedario), el segundo lo hacía una, y cuando el segundo lo hacía 26 veces, el tercero lo hacía una vez.

Aunque se poseyera una *Enigma*, era imposible descifrar un mensaje si no se conocía la posición inicial de los cilindros. Por eso, los aliados construyeron el *Colossus*.

## *Colossus versus Enigma*

La máquina *Colossus* fue el secreto mejor guardado por los ingleses durante la segunda guerra mundial. Se la considera una de las primeras computadoras electrónicas, aunque más que una computadora era una «supercomputadora» con un fin muy específico: descifrar los mensajes de los alemanes codificados por *Enigma*.

## Los primeros ordenadores de la historia

Desde Princeton, entre 1946 y 1951, Von Neumann se centró en la construcción de una máquina denominada *IAS Computer*, inaugurada en 1952, considerada el primer ordenador científico americano.

En cuanto al primer ordenador comercializado en Estados Unidos, fue el UNIVAC I, la primera máquina de uso no militar que marca el comienzo de la era de la informática industrial. Mientras, en paralelo, el Departamento de Defensa recibe el año siguiente el IBM 701, considerado el primer ordenador electrónico de esa compañía destinada a dominar ese emergente mercado informático.

## El primer procesador

En 1971, Intel introduce el primer microprocesador. El potentísimo 4004 procesaba 4 bits de datos a la vez, tenía su propia unidad lógico-aritmética, su propia unidad de control y 2 chips de memoria. Este conjunto de 2.300 transistores que ejecutaba 60.000 operaciones por segundo se puso a la venta por

200 dólares. Muy pronto Intel comercializó el 8008, capaz de procesar el doble de datos que su antecesor y que inundó los aparatos de aeropuertos, restaurantes, salones recreativos, hospitales, gasolineras, etc.

### El origen de IBM

Herman Hollerith, un joven inmigrante alemán que trabajaba para el censo estadounidense, desarrolló una máquina perforadora que agilizaba el trámite censal. La presentó al concurso público del momento, lo ganó y tras su éxito montó su propia empresa: Tabulating Machine.

Tras varias fusiones con otras empresas, se fue gestando el embrión de lo que llegaría a ser IBM. Cuando la economía de la empresa, Computing-Recording Company, pasaba un momento difícil, Thomas J. Watson se puso al frente, la remontó y en 1924 le cambió el nombre: International Business Machines.

IBM se dedicaba a la fabricación de todo tipo de maquinaria: balanzas industriales, cronómetros y hasta cortadores de carne o queso. Poco a poco se fue centrando en la electrónica y la informática hasta que, en 1981, decide sacar al mercado su primera computadora personal.

### IBM 360

Comercializado a partir de 1964, el IBM 360 fue el primero en usar la palabra *byte* para referirse a 8 bits (con cuatro bytes creaba una palabra de 32-bits). Esta arquitectura de computación fue la que, a partir de este modelo, siguieron todos los ordenadores IBM. La familia del 360 consistió en computadoras que podían usar el mismo *software* y los mismos periféricos. Popularizó el teleproceso, con terminales conectados a un servidor por medio de una línea telefónica con módems.

### Apple, la marca de la manzana

Steven Wozniak y Steven Jobs, a raíz de ver el Altair 8800 en la portada de la revista *Popular Electronics*, construyen, en 1976, la Apple I. Steven Jobs, con una visión futurista, presionó a Wozniak para tratar de vender el modelo y el 1 de abril de 1976 nació Apple Computer. En 1977, con el lanzamiento de la Apple II, el primer ordenador con gráficos a color y carcasa de plástico, la compañía empezó a imponerse en el mercado de los ordenadores personales. Su logotipo fue una manzana mordida.

### Macintosh

Apple Computer sacó al mercado los Macintosh, una nueva generación de ordenadores con un enfoque totalmente distinto al del PC original de IBM. Los Mac (como se les conocía popularmente), en lugar de usar comandos de texto para indicar las órdenes, usaban un sistema de imágenes gráficas, permitiendo que los recursos del ordenador (archivos, discos, impresoras...) se representaran mediante iconos gráficos. El sistema se estandarizó incluyendo otras interfaces de usuario, como los menús desplegables, las ventanas, etc.

Los equipos Mac fueron también de los primeros ordenadores que utilizaban ratón, y el primero en incorporar la unidad de discos de 3,5 pulgadas y 400 kB (kbytes) de capacidad que acababa de crear la compañía Sony. Su interfaz tuvo una gran aceptación, lo que hizo que se generalizara y que se convirtieran en algo habitual.

## ¿Quién inventó el ratón?

El ingeniero Douglas Engelbart ideó, en 1967, un «dispositivo señalador» que el usuario de ordenadores podía mover con la mano y trasladar el correspondiente movimiento a la pantalla. El concepto de Engelbart, que por entonces trabajaba para el Instituto de Investigación Stanford en Melon Park (California), fue materializado por los ingenieros de Xerox en un dispositivo con forma de pastilla de jabón que fue bautizado como ratón (*mouse*).

La firma Apple hizo del ratón una seña de identidad estándar en los ordenadores Macintosh, y con el desarrollo de Windows pasó a formar parte habitual de los PC.

## Iconos

Son aquellos elementos que conforman el escritorio del ordenador, comunicados con programas determinados por medio de accesos directos; cada uno se asigna a una función y cumple con comandos que permiten la conexión rápida con los programas que se van a usar.

Los predeterminados son los iconos básicos que lleva Windows u otro sistema operativo cualquiera, para iniciar los programas que se encuentren instalados. Los comandos básicos son mi PC, papelera de reciclaje, mis documentos, etc.

El icono en entornos gráficos es una pequeña imagen gráfica mostrada en la pantalla que representa un objeto manipulable por el usuario. Por ejemplo, una papelera representa un comando para borrar textos o archivos no deseados. Los iconos permiten controlar ciertas funciones del ordenador sin tener que recordar comandos ni escribirlos con el teclado. Son un elemento importante de las interfaces gráficas de usuario, ya que facilitan el manejo de las distintas funciones.

## Hombre vs máquina

El enfrentamiento de Kasparov a seis partidas contra el superordenador IBM Deep Blue, el 11 de mayo de 1997, acaparó la atención del mundo al derrotar el ordenador al ajedrecista más famoso del mundo. Durante mucho tiempo, el ajedrez fue considerado un territorio exclusivo para comparar el cerebro humano y las máquinas, es decir, se buscaba una verdadera batalla entre la capacidad de intuición y la potencia de cálculo.

Durante casi todo el torneo, Deep Blue no llegó a demostrar que fuese mejor que los programas de que se dispone actualmente, pero en algunos momentos cruciales el ordenador de IBM realizó movimientos muy sutiles, según reconoce el propio campeón.

¡IBM desmanteló un proyecto que podría haber terminado en hombres luchando junto a las máquinas en lugar de contra ellas!

### Historia de las calculadoras de bolsillo

En los albores de la computación, resultaría difícil de imaginar que un ordenador cupiera en la palma de una mano y, sin embargo, esto se hizo realidad en la segunda mitad del siglo XX, cuando aparecieron las primeras calculadoras que usaban válvulas de vacío, comercializadas con el nombre de National Computronic.

Gracias al descubrimiento del transistor en los laboratorios Bell Telephone de New Jersey y mediante el uso de la técnica de los circuitos impresos, se puso en el mercado la calculadora *Anita* en 1959 y la *Friden 130* en 1961.

El descubrimiento en 1958 del circuito integrado por el ingeniero Jack Kilbi, contratado por Texas Instruments, dio paso a las calculadoras electrónicas de bolsillo. El primer modelo comercial fue lanzado al mercado por la Universal Data Machine Co. el 14 de abril de 1971, por un precio de 150 dólares con el nombre de *Pocketronic*.

La última etapa de esta breve historia empieza en 1971 con la llegada del microprocesador. A partir de ahí, en 1976 se empiezan a fabricar a gran escala componentes de alta densidad conocidos como VLSI (*Very Large Scale Integration*), que permitían llegar a la posibilidad de programación.

Finalmente, entre los años 1975 y 1976 aparecen sucesivamente en el mercado productos de la empresa Sharp y Hewlett Packard para el cálculo matemático.

### Ley de Moore

El Dr. Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel Corporation, formuló en 1965 una ley que se conoce como la Ley de Moore. Dicha ley nos viene a decir que el número de transistores contenidos en un microprocesador se duplicaría cada dieciocho meses, algo que se viene cumpliendo más o menos desde entonces. En 1975, afinó el dato: ocurría aproximadamente cada dos años.

Esta afirmación, que en principio se destinaba a los dispositivos de memoria, también se ha cumplido con los microprocesadores. Ello significa para el usuario que cada dieciocho meses, de forma continua, pueda disfrutar de una tecnología mejor, de modo que el usuario puede disponer de mejores equipos, aunque también implica la necesidad de cambiar de equipo cada poco tiempo, lo que se ve favorecido porque la relación MIPS (Millones de Instrucciones Por Segundo)/dinero decrece a una velocidad vertiginosa.

### Evolución de los ordenadores

Desde que aparecieron los primeros ordenadores por la década de 1950, su evolución ha sido muy rápida, sobre todo en las tres últimas décadas. Desde la aparición del PC (*Personal Computer*) de IBM en

agosto de 1981, su potencia de cálculo se ha multiplicado por varios miles de veces, igual que su tamaño (el del procesador, en función del número de transistores que contiene). Por ejemplo, el ordenador que utilizó la NASA para poner al hombre en la Luna en 1969 tenía menos capacidad de la que puede tener hoy en día cualquier tableta, un dispositivo de mano que cuesta menos de 200 euros.

«Pienso que hay mercado en el mundo como para unos cinco ordenadores.»

Thomas J. WATSON, presidente de la Junta Directiva de IBM, hacia 1948.

## ¿Ordenador o computador?

Computador y computadora son términos aceptados por la Real Academia Española, para una máquina capaz de computar (calcular o contar algo por números, de manera mecánica o electrónica) que se suelen utilizar en Latinoamérica, mientras que ordenador es el término común en España para las computadoras electrónicas que están dotadas de una memoria de gran capacidad y de métodos de tratamiento de la información, capaces de resolver problemas matemáticos y lógicos gracias a la utilización automática de programas registrados en ella.

El término «ordenador» proviene de latín *ordinatio* que viene a significar 'puesta en orden'. Asimismo, la palabra «computador» tiene como raíz el termino latino *computus* que se utilizaba para referirse a la acción de organizar las fiestas móviles en el calendario romano.

## ¿Es lo mismo cifrado que codificación?

El cifrado es un mecanismo que permite la protección de datos e información cuando se transmiten en las redes y tiene en cuenta el conjunto de caracteres que hay que procesar, la clave utilizada y los algoritmos de cifrado y descifrado.

Un ejemplo muy sencillo de cifrado monoalfabético, también conocido como «cifrado de César» por haberse utilizado en las campañas bélicas romanas, consiste en escribir una frase como «código secreto» y luego repetirla desplazando una tecla a la izquierda en el teclado del ordenador, con lo que obtendríamos el resultado cifrado

«CÓDIGO SECRETO» «XISUFI AWXERI».

La palabra MURCIÉLAGO se ha usado en el mundo del anticuariado para cifrar los precios de los objetos al hacer que se corresponda con la serie de los números naturales 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dado que, al no repetir ninguna letra, la correspondencia letra-número hace esa sencilla translación (existen otras palabras en el diccionario con la misma característica, como CENTRÍFUGA, RETICULADO, etc.).

El saber científico ha llegado incluso a establecer una curiosa frase en la que aparecen todas las consonantes del abecedario sin repetición que podría servir para codificar números en base 20 en un alfabeto de teclado universal (suprimiendo la CH).

Como primicia editorial, la retorcida frase es la siguiente: «CHiCo FeLiX JR. Que eSTaBa eMPoNZoÑaDo a WHISKY».

CFLXJRQSTBMPNZDWSHKY vs. 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

La codificación, sin embargo, permite que los datos expresados en un sistema de representación se conviertan en otro, por ejemplo, pasar una información de un sistema decimal a uno binario.

Si el número decimal 29 fuese codificado al sistema binario, sería el 11101, como se ha explicado antes.

### Criptografía cuántica

El mundo funciona con muchos secretos, material altamente confidencial. Entidades como gobiernos, empresas e individuos no sabrían funcionar sin estos secretos protegidos. La seguridad de las comunicaciones electrónicas se podrá fortalecer con una herramienta (*quantum cryptography*) que depende de la física cuántica aplicada a dimensiones atómicas y que puede transmitir información de forma que cualquier intento de descifrar o escuchar será detectado.

### Unidad central de proceso

La Unidad Central de Proceso, o CPU, es el cerebro del ordenador, y controla todo lo que se produce en el sistema. La CPU se compone a su vez de tres bloques denominados unidad de control, unidad aritmético-lógica y memoria.

### Unidad de control

La misión de la unidad de control es coordinar las operaciones que deben llevarse a cabo para el tratamiento de la información; se encarga de interpretar el programa que se está ejecutando, controlando al mismo tiempo el trabajo de los periféricos asociados al sistema que están implicados en el desarrollo de cada operación.

### Unidad aritmético-lógica

La misión de la unidad aritmético-lógica es efectuar, sobre los datos que recibe, las operaciones aritméticas y de comparación lógica que le impone la unidad de control. Opera los datos que se le suministran de forma aritmética, efectuando operaciones sencillas de suma y resta, o de forma lógica, llevando a cabo comparaciones de comprobación de igualdad entre los datos de cálculo.

### ¿Qué es la BIOS?

Siglas de *Basic Input/Output System*. Pequeño programa que coordina las actividades de los distintos componentes de un ordenador y comprueba su estado al iniciarlo.

## Memoria

La memoria de un ordenador es, en general, todo aquel dispositivo que permite el almacenamiento de información. La memoria se subdivide en dos grupos: memoria principal y memoria auxiliar. La memoria principal está subdividida en memoria ROM y memoria RAM.

En informática, un búfer (del inglés, *buffer*) es un espacio de memoria en el que se almacenan datos de manera temporal, normalmente para un único uso.

## Memoria ROM

La ROM (*Read Only Memory*) es la memoria de solo lectura, es decir, se puede acceder a su contenido, pero no se puede modificar. Aunque se desconecte la tensión del ordenador, su contenido se mantiene; por esta característica y por su velocidad de acceso, es la memoria ideal para el almacenamiento de la programación base del equipo físico (BIOS) o del sistema operativo.

## Memoria RAM

La RAM (*Random Access Memory*) es la memoria de lectura/escritura, también llamada memoria de acceso directo, que se utiliza para almacenar datos; es la zona de la memoria principal que se puede considerar como de «trabajo».

## Medidas de almacenamiento

Bit: unidad básica de información con solo dos unidades posibles: el 0 y el 1.

Byte: unidad de información compuesta, generalmente, por 8 bits.

Kilobyte: se abrevia como kB y equivale a 1.024 bytes.

Megabyte: se abrevia como MB y es igual a 1.024 kB.

Gigabyte: se abrevia como GB y equivale a 1.024 MB.

Terabyte: se abrevia como TB y equivale a 1.024 GB.

Etc.

El primer disco duro de la historia fue concebido por IBM en 1956 con una capacidad de 5 MB y pesaba 1.000 kg.

Para ordenadores personales, el primero fue fabricado por la empresa Seagate Technology en 1980 con una capacidad de 5 MB.

Hoy día, un disco de 5 TB podemos llevarlo tranquilamente en el bolsillo.

### ¿Qué significa CD-ROM?

*Compact disk-Read Only Memory* (disco compacto de solo lectura, creado por Sony y Philips en 1984 para los ordenadores).

### ¿Qué significa DVD?

*Digital Versatile Disc*. Disco óptico digital del mismo tamaño que un CD-ROM, pero con una capacidad de almacenamiento de datos, imagen o sonido muy superior.

### ¿Qué es un *pendrive*?

Es un dispositivo portátil de almacenamiento (por tanto, de entrada/salida) que se conecta a un puerto USB, y hace las veces de disco duro extraíble de pequeño tamaño (suele tener entre 1 y 64 GB). Estos dispositivos están avanzando mucho, de modo que suelen disponer de reproductor de música (en MP3), reproductor de radio (generalmente FM), grabador y reproductor de voz, etc.

### ¿Qué es formatear?

Formatear es la acción de dar formato a un disco u otro dispositivo como cintas, etc., con el fin de prepararlo para que puedan grabarse datos en él. Al formatear un disco, se borran todos los datos existentes en ese momento, si los hubiera. Normalmente, los discos que nunca han sido utilizados necesitan formatearse, en función de su capacidad, antes de grabar información en ellos. El formateo no nos garantiza que desaparece toda la información, sino que no es accesible con los métodos tradicionales. Para borrarla definitivamente hay que sobrescribirla, utilizar un *software* especial de borrado, o destruir físicamente el dispositivo que la contiene, para que no se pueda recuperar.

### ¿Qué es el código ASCII?

Es un sistema de codificación definido por el *American Standard Code Information Interchange* (código americano estándar para intercambio de información) en el que la representación de un carácter natural (un número, una letra o un signo especial) se hace mediante la utilización de siete dígitos binarios (cero o uno).

La utilización de estos siete dígitos permite codificar hasta 128 caracteres diferentes ( $2^7$ ).

Este sistema de codificación se estableció en 1963 y su utilización está muy generalizada en los sistemas informáticos para la codificación interna de datos.

## ¿Qué es el código EBCDIC?

Este sistema (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*) fue establecido y utilizado por IBM para sus ordenadores de la serie 370 y emplea 8 bits para codificar cada carácter natural, lo que permite alcanzar 256 caracteres diferentes (2<sup>8</sup>).

## ¿Qué es un programa informático?

Conjunto de instrucciones codificadas en un lenguaje simbólico cuya ejecución en un sistema físico da lugar a la realización de una tarea específica en un ordenador.

Para desarrollar un programa informático, hay que llevar a cabo tres actividades básicas:

- Definir con precisión y claridad la tarea que se requiere programar.
- Determinar el algoritmo óptimo de resolución de la tarea que se quiere programar.
- Codificar las instrucciones determinadas en el algoritmo.

El programa debe depurarse hasta eliminar todos los errores tanto de ortografía y sintaxis como los de tipo lógico que pudieran presentarse. La revisión y actualización de una nueva versión de un programa se denomina *Release*; por ejemplo: 2.0, 2.1 y así sucesivamente.

## El *software*

El *software* de un ordenador se puede dividir en tres grupos: la BIOS, el sistema operativo y los programas de aplicación. Al arrancar el ordenador, se ejecuta la BIOS que configura el ordenador, con sus dispositivos y recursos. Después, el sistema operativo es el primer programa real que se carga en el ordenador y su función es gestionar los dispositivos y los recursos del ordenador, mientras que los programas de aplicación se cargan después sobre el sistema operativo, para que el usuario pueda efectuar las tareas que necesite. Hasta que no se carga un sistema operativo en un ordenador, este no puede funcionar.

## ¿Qué es el *software* libre?

Es un tipo particular de *software* que se basa en que el código fuente de un programa debe estar disponible para que pueda modificarse, mejorarse y distribuirse libremente. La utilización de este tipo de *software* en las empresas y las administraciones e instituciones públicas es un tema que despierta el debate de la sociedad, ya que las ventajas y oportunidades que puede ofrecer comienzan a considerarse muy seriamente en todo el mundo.

### El proyecto GNU

GNU es un acrónimo que significa «GNU No es UNIX». El proyecto GNU lo inició en 1984 el *hacker* estadounidense Richard Stallman con el objetivo de crear un sistema operativo completo, compatible con UNIX, totalmente libre: el sistema GNU. Al anuncio original, siguieron otros ensayos como el «Manifiesto GNU», donde se establecieron las motivaciones para realizar el proyecto GNU, entre las que destaca la noción de «retornar al espíritu de cooperación que prevaleció en los tiempos iniciales de la comunidad de usuarios de ordenadores».

### El sistema operativo

Un sistema operativo es el conjunto de programas básicos que facilitan la comunicación del *hardware* (es decir, la máquina) con el *software* y, por ello, con el usuario. De esta manera, permite utilizar los diferentes recursos del ordenador y se ocupa de dirigir el empleo del *hardware*, organizar el tiempo de uso del microprocesador, gestionar la memoria y los periféricos, etc.

### ¿Qué es el *kernel*?

Cuando se carga un sistema operativo, se cargará en memoria el núcleo (o *kernel*) del sistema operativo. El núcleo contiene las rutinas básicas que gestionan los dispositivos y los recursos del ordenador. Como estas rutinas se cargan en memoria al encender el ordenador, estarán a disposición del usuario y de los programas de aplicación.

### El gran «error» de IBM

IBM se decidió por un ordenador de arquitectura abierta, de manera que los componentes que formaban la máquina provenían de diversas empresas. Intel fue la elegida para el procesador, ya que era la empresa pionera en su campo. Pero la elección que marcaría el sino de esta historia sería la compra del sistema operativo.

Pidieron a Bill Gates, entonces un joven desconocido, que desarrollara un sistema que superase al que entonces estaba en boga, el CP/M. Como si adivinara el futuro, Gates no quería vender su MS-DOS. La visión errónea fue causa del mayor error en las negociaciones de IBM: ceder ante Bill Gates y aceptar que solo les vendiera la licencia de uso del sistema operativo.

Muy pronto, el PC de IBM fue «clonado» por otros fabricantes, que los vendían a menor precio, pero el sistema operativo que incorporaban seguía siendo el mismo, el de la compañía que fundó Bill Gates: Microsoft.

### ¿Qué es el DOS?

El DOS (que, en realidad, se llamaba MS-DOS, donde MS hace referencia a Microsoft y DOS a *Disk Operating System*, es decir, sistema operativo de disco) nació en 1981, con el primer ordenador IBM PC. Tal

como su nombre indica, este sistema operativo se había diseñado para gestionar los datos del disco, por lo que la mayoría de las órdenes (comandos) que tenía en un principio servían para organizar el almacenamiento de los datos en los discos.

## ¿Qué se entiende por lenguaje de programación?

Es un lenguaje especial, no natural, diseñado con un vocabulario, morfología y sintaxis muy simples y rígidas, orientado a la programación de instrucciones elementales cuya ejecución por un determinado sistema físico da lugar a la realización de una tarea. Todos se estructuran en dos grupos:

- Lenguaje de máquina: utilizan caracteres naturales para escribir las instrucciones de los programas.
- Lenguaje de símbolos: son los programas fuente y no se ejecutan directamente, ya que implica una previa traducción a códigos de máquina. Esta traducción se hace a través de procesadores de lenguaje.

## Lenguajes de alto nivel

Son los lenguajes que se aproximan más al lenguaje humano. Su estructuración también es más sencilla para la comprensión por parte de los humanos. Entre los más conocidos podemos destacar Cobol, Pascal, C, C++, Visual Basic, etc.

Una de las grandes ventajas de estos lenguajes es que son independientes del ordenador y del procesador con el que se trabaje, de manera que los programas desarrollados en un lenguaje de alto nivel pueden ejecutarse en ordenadores dotados de casi cualquier procesador. Su inconveniente radica en que, como para que el ordenador pueda interpretarlo hay que traducirlo a lenguaje máquina, o código binario, suelen ser más lentos, ocupan más memoria y exigen que se disponga de un programa «traductor», al que se suele llamar ensamblador, compilador o intérprete, que será específico para cada procesador.

## Lenguaje ensamblador

Es un lenguaje situado un nivel por encima del lenguaje máquina y permite trabajar de manera más cómoda, utilizando mnemónicos (es decir, palabras abreviadas, basadas en el inglés). Aun siendo mucho más sencilla que la del lenguaje máquina, la programación en lenguaje ensamblador sigue siendo bastante compleja y exige grandes conocimientos del ordenador, tanto por lo que se refiere a su estructura como a su funcionamiento interno. Es necesario conocer el manejo de los códigos y sistemas de numeración, especialmente el binario y el hexadecimal.

## ¿Qué es el lenguaje BASIC?

Es un lenguaje simbólico de programación destinado en sus inicios a la enseñanza de la programación. Este lenguaje de programación fue desarrollado en la Universidad de Dartmouth en 1964 por J. Ke-

meny y T. Kurtz. BASIC (*Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code*) fue ideado para que los estudiantes empezaran a programar y pasar después sus programas a lenguajes más eficientes, como el FORTRAN, por lo que es un lenguaje fácil de aprender.

### ¿Y el COBOL?

Es un lenguaje común de programación orientado a los negocios (*Common Business Oriented Language*), desarrollado en la década de 1960, destinado a la informática de gestión. Ha sido muy utilizado en la historia de la informática pero que empezó a decaer en la década de 1990. La primera versión fue llamada COBOL-60, ya que nació en 1960.

COBOL es un lenguaje con una estructura definida. Cada parte tiene un objetivo concreto, lo que facilita su comprensión. Su vocabulario es parecido al inglés, y está preparado para la gestión de datos en aplicaciones comerciales.

### ¿Y el FORTRAN?

Desarrollado originalmente por IBM en 1957 para el equipo IBM 704, y usado para aplicaciones científicas y de ingeniería, es un lenguaje de programación de alto nivel (*Formula Translation system*) orientado a la informática científica y técnica. Se convirtió en un lenguaje muy popular en la década de 1960 que provocó que existieran numerosos compiladores y versiones del mismo, por lo que se normalizó en 1972.

### ¿Qué es un sistema lógico?

Es la parte inteligente de un sistema de tratamiento de la información que está constituido por un conjunto de instrucciones escritas en lenguajes especiales y organizados en varios programas gracias a los cuales el sistema físico (*hardware*) puede trabajar realizando diferentes tipos de tareas. El sistema operativo es un subconjunto del sistema lógico especializado en la realización de tareas genéricas que posibilitan el desarrollo e implantación de aplicaciones específicas.

### Tipos de sistemas operativos

Si comparamos cómo trabaja el sistema inteligente de la persona humana y un sistema informático, podríamos decir que el cerebro sería el sistema físico (*hardware*) y la mente estaría constituida por una serie de programas (*software*) y por los datos e informaciones almacenadas en el cerebro.

Existen muchos sistemas operativos con diferentes funcionalidades como el MS-DOS de Microsoft, que llegó a acaparar el 85 % del mercado mundial en la década de 1990. A partir de esa fecha, Microsoft dotó al MS-DOS de un entorno operativo separado al que denominó Windows, del que han ido apareciendo diferentes versiones. Concretamente, en el año 1995 se lanzó el Windows 95, que incluía de forma inseparable su propio sistema operativo, diferente al del MS-DOS. Luego siguieron los Win-

dows 98, Windows NT, Windows XP, Windows Vista, Windows 8... y, el último en aparecer, Windows 10 (en verano de 2015), etc., entre otros.

## UNIX, LINUX y OS/2

Ya en la década de 1990 apareció comercialmente el sistema operativo UNIX, un sistema operativo portable, multitarea y multiusuario, diseñado por los Bell Lab de AT&T, el MIT y General Electric en la década de 1970, que tiene la particularidad de que los usuarios pueden acceder a los programas fuente. Empresas como IBM y DEC entraron en los sistemas UNIX para competir con Microsoft. Por su parte, IBM también lanzó en 1987 su sistema operativo OS/2, cuya penetración fue muy inferior a lo esperado y acabó desapareciendo.

El paso siguiente debemos situarlo en el *open source movement*, es decir, en el *software* de fuente abierta que permitió el acceso libre a los programas fuente de los sistemas operativos.

En 1991, Linus Torvalds, un programador finlandés que estaba estudiando en la Universidad de Helsinki, escribió el núcleo de LINUX para hacerlo compatible con UNIX y lo liberó bajo la Licencia Pública General (GPL). Torvalds difundió LINUX gratuitamente por Internet, solicitando su perfeccionamiento.

## Android

Dentro de la gama de sistemas operativos, también contamos con Android, un sistema operativo desarrollado por Google y basado en el núcleo Linux. Fue diseñado para dispositivos con pantalla táctil, como teléfonos móviles y tabletas. Competidor directo del iOS de Apple.

## JAVA

En 1990, la empresa Sun Microsystems decidió crear un lenguaje de programación para la programación de electrodomésticos en un proyecto llamado «Green Project», que fracasó en 1993, con lo que Sun se centró en otros proyectos como el lenguaje de programación Oak. Durante esta época empezó el *boom* de Internet, al disponer de un entorno gráfico. El lenguaje Oak (antecesor del Java) se puso en libre distribución, y tras una supuesta visita a una cafetería, James Goslin estableció el nombre definitivo: Java (que significa café en el argot americano). El 23 de mayo de 1995, Sun anunció oficialmente el nacimiento del nuevo lenguaje de programación de propósito general (no solo para aplicaciones de Internet).

## C++

El C++ es un lenguaje de programación de propósito general diseñado a mediados de la década de 1980 por Bjarne Stroustrup como extensión del lenguaje de programación C. Se puede decir que C++ es un lenguaje que abarca tres paradigmas de la programación: la programación estructurada, la programación genérica y la programación orientada a objetos.

### Sistemas operativos multitarea y multiusuario

Las características más importantes de un sistema operativo son su capacidad de trabajar en multitarea y/o en multiusuario. En un sistema operativo monotarea, el microprocesador dedica todo su tiempo a una única tarea, mientras que en un sistema multitarea se pueden ejecutar varias tareas al mismo tiempo. No es que el ordenador realice las tareas a la vez, sino que el procesador divide el tiempo que dedica a cada tarea y, teniendo en cuenta la gran velocidad a la que trabajan los microprocesadores actuales, da la impresión de que estas se están ejecutando a la vez.

### Interfaz de usuario

La interfaz con el usuario es la forma en que el sistema operativo permite que el usuario ejecute las órdenes. En general, la palabra «interfaz» se utiliza para designar un elemento que sirve como puente entre dos partes. En el caso de la informática, es el puente de comunicación que se establece entre el usuario y el sistema operativo.

En algunos sistemas operativos, la interfaz es simple y sencilla, trabajando en blanco y negro y en modo texto (por ejemplo, el símbolo de petición del DOS). Por el contrario, en otros sistemas operativos existe una relación gráfica con el usuario, basado en ventanas, menús y cuadros de diálogo, que además se gestiona con un ratón (el ejemplo más conocido es Windows).

### ¿Qué es P2P?

Una red Peer-to-Peer es una red entre iguales, una red punto a punto entre ordenadores en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores, sino con una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red. Las redes P2P permiten el intercambio directo de información, como películas, canciones, etc., en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados.

### ¿Qué se entiende por *Outsourcing*?

Es un modelo de gestión de sistemas informáticos de empresas o instituciones que se subcontrata a empresas especializadas en servicios informáticos.

Desde hace unos años, se impone en el lenguaje de las grandes corporaciones globales un nuevo término: el *nearshoring*. Consiste en trasladar las operaciones a otros países para abaratar los costos, pero más cerca.

### ¿Qué es la inteligencia artificial?

La informática trabaja ejecutando tareas de forma similar a como lo haría una persona. Cuando se trabaja con un sistema automatizado, la forma habitual se conoce como esquema Lovelace, en honor a

la hija de lord Byron, en el que el ordenador hace solo aquello para lo que está programado, sin posibilidad de generar acciones basadas en el conocimiento de dicho ordenador. Este procedimiento se usó hasta la década de 1950 cuando Von Neumann y Marvin Minsky plantearon en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) una nueva forma de trabajo que se ha dado en llamar Inteligencia Artificial. También se la identifica como la 5.ª generación de ordenadores.

Este nuevo concepto permitió conseguir, a escasos cincuenta años de historia de la informática, resultados tan espectaculares como:

- Reconocimiento de formas.
- Robótica avanzada.
- Traducción automática de lenguas naturales.
- Nuevas interfaces de usuarios.

Todos estos nuevos campos implican formas de trabajo basadas en esquemas de Inteligencia Artificial ya que, por ejemplo, si queremos construir un programa que hiciese posible que un ordenador pudiera jugar al ajedrez por el régimen de Lovelace, se deberían incluir en el programa todos los casos posibles que se podrían presentar a lo largo de la partida, así como todas las soluciones a cada uno de ellos.

De forma irónica, algunos autores han señalado que la informática clásica, la que trabaja bajo el esquema Lovelace, «hace bien las cosas que el hombre hace mal» mientras que la Inteligencia Artificial «hace mal las cosas que el hombre hace bien».

## Ordenador cuántico

Los ordenadores utilizan bits para codificar la información, de modo que un bit puede tomar el valor cero o uno. Por contra, los ordenadores cuánticos utilizan los *qubits* (bits cuánticos) para realizar esta tarea. Un *qubit* almacena la información en el estado de un átomo, pero, por las propiedades de los átomos, hacen que el estado no tenga por qué ser cero o uno, sino que puede ser una mezcla de los dos a la vez. Así, al tener la capacidad de almacenar una mezcla de ambos valores a la vez, en cada *qubit* podemos tratar toda la información de una sola vez.

## Los ordenadores de ADN

La computación molecular consiste en representar la información que hay que procesar con moléculas orgánicas y hacerlas reaccionar dentro de un tubo de ensayo para resolver un problema. La primera experiencia de este tipo en laboratorio se realizó en 1994, cuando se resolvió un problema matemático medianamente complejo; para ello se utilizó la estructura de moléculas de ADN que permitía almacenar la información de partida y se estudió las moléculas resultantes de las reacciones químicas para obtener la solución.

### La computación vestible

La computación vestible o para llevar puesta (*Wearable Computing*) intenta hacer que el ordenador forme parte de la vida diaria del ser humano, integrándola en forma de un accesorio tan cómodo de vestir como un reloj de pulsera y tan fácil de usar como un teléfono móvil. Se trata de un sistema completo que porta el usuario, desde la placa principal (*motherboard*) hasta la fuente de alimentación y todos los dispositivos de entrada/salida, y que interactúan con él según la situación.

### Big data

Con la proliferación de Internet y las redes sociales, una gran cantidad de datos, que por sí mismos tienen poco sentido, analizados, agrupados y procesados pueden generar un gran valor añadido. Su análisis se convierte en una de las más destacadas oportunidades empresariales y de desarrollo en la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Esa «minería de datos» recibe el nombre de *big data* e incluye tecnologías, sistemas y metodologías que permiten el tratamiento y análisis de grandes conjuntos de datos que no pueden ser gestionados con los sistemas y herramientas tradicionales.

### Cloud computing

Se trata de una nueva forma de prestación de servicios que vale tanto para empresas como para ciudadanos y administraciones públicas. Esta forma permite el acceso bajo demanda a diferentes recursos TIC compartidos (redes, servidores, sistemas de almacenamiento, *software*, aplicaciones, soluciones, servicios o datos) a través de Internet y de redes convencionales.

La computación en la nube permite una gran flexibilidad y ahorro de costes, ya que la configuración de los recursos se puede modificar con rapidez en función de las necesidades del usuario y sin demasiados esfuerzos de gestión por parte del proveedor.

### ¿Qué entendemos por robótica?

Es una tecnología que integra la ingeniería informática con la ingeniería mecánica en la que el sistema es dirigido por un ordenador para ejecutar una serie de tareas programadas previamente. Podemos decir que la robótica integra la inteligencia y la energía necesaria para el movimiento. En robótica se puede utilizar tanto el esquema Lovelace para robots con movimientos muy estandarizados como el de Inteligencia Artificial para robots más sofisticados.

### Asimov y las leyes de la robótica

Las contribuciones científicas de Isaac Asimov permitieron establecer lo que se conoce como Leyes de la Robótica, que son las siguientes:

1. Ningún robot causará daño a un ser humano o permitirá, con su inacción, que un ser humano resulte dañado.
2. Todo robot obedecerá las órdenes recibidas de los seres humanos, excepto cuando esas órdenes puedan entrar en contradicción con la primera ley.
3. Todo robot debe proteger su propia existencia, siempre y cuando esta protección no entre en contradicción con la primera o la segunda ley.
4. Un robot debe ser justo en cuanto a problemas para la protección y comunicación del ser humano, salvo que esta ley entre en conflicto con la primera, segunda o tercera ley.

Estas leyes fueron la base argumental de la famosa película *Yo, robot*.

## Las puertas traseras

En 1983, un joven Matthew Broderick protagonizaba *War Games* (titulada en España *Juegos de guerra*), una mítica película que nos introdujo en el mundo de las puertas traseras (o *back doors* en inglés), la inteligencia artificial y las redes de computadoras con el telón de fondo de la Guerra Fría. En esta cinta, el joven *hacker* tenía en su habitación un computador personal IMSAI 8080; que era algo más que una pieza del decorado, puesto que fue uno de los primeros computadores personales que se adoptaron de manera masiva en hogares y empresas.

## La amenaza del *malware*

Debido a la generalización del uso de la informática y del acceso a Internet entre el gran público, además de los virus, gusanos y troyanos, han aparecido otras amenazas (*malware*) capaces de ser muy dañinas. La palabra *malware* proviene de la contracción de las palabras inglesas *malicious software*, es decir, *software* malicioso.

## Virus informáticos

Un virus informático es un programa, con efectos más o menos destructivos, que afecta a los archivos y discos del ordenador, tableta o teléfono móvil. Actúa entrando en otros programas y tomando el control del sistema operativo, hace duplicados de sí mismo y los inserta en otros programas. Los anti-virus son programas que previenen, detectan y eliminan los virus en casi todos los casos (especialmente si están actualizados).

## Troyanos

Una variedad muy peligrosa de *malware* son los troyanos, capaces de obtener claves y causar daño sin que el usuario se dé cuenta. Son programas que, enmascarados de alguna forma, como un juego o similar, buscan que los usuarios crean que son inofensivos para realizar acciones maliciosas en sus equipos.

La infección y propagación de los virus es un problema importante para cualquier ordenador y/o red. En un elevado porcentaje, el virus destruye información de los discos y de la memoria de los ordenadores, llegando a eliminar todo su contenido.

### **SPAM, el correo no deseado**

Es el envío indiscriminado de mensajes de correo no solicitados, generalmente publicitarios, que molestan a los usuarios, les hacen perder el tiempo y ocupan los recursos de la red.

### **Phishing, el robo de claves**

Consiste en, mediante engaño, tratar de obtener las claves de acceso de los usuarios a determinados servicios, generalmente mediante correos electrónicos que nos invitan a visitar una web falsa, pero con apariencia de verdadera, para confirmar, por ejemplo, nuestros datos bancarios y nuestras claves y, una vez obtenidos, estafarnos.

### **Programas espía**

Los programas espía o *spyware* son aplicaciones que recopilan información sobre una persona u organización sin su consentimiento. La función más común de estos programas es recopilar información sobre el usuario y distribuirla a empresas publicitarias u otras organizaciones interesadas, pero también se han empleado en círculos legales para recopilar información contra sospechosos de delitos.

### **¿Qué son las cookies?**

Las *cookies* son un conocido mecanismo que almacena información sobre un usuario de Internet en su propio ordenador, y que se suelen emplear para asignar a los visitantes de una web un número de identificación individual para reconocerlo si la vuelve a visitar. Los usuarios pueden bloquearlas pero al hacerlo, a veces, algunas webs no funcionarán.

### **Hackers, los piratas informáticos**

Un *hacker* es un pirata informático, una persona con grandes habilidades en el manejo de ordenadores, que utiliza sus conocimientos para acceder ilegalmente a redes o sistemas ajenos. Posee grandes conocimientos de Internet, técnicas de programación y sistemas operativos como Linux y UNIX, y herramientas de seguridad. Los *hackers* no siempre utilizan sus habilidades con malas intenciones (robo de información), sino para mostrar de lo que son capaces y, en ocasiones, son contratados por las empresas para revisar/mejorar sus procesos de seguridad.

## El concepto de ciudades inteligentes

La evolución de las ciudades ha permitido desarrollar un concepto muy en boga como es *Smart Cities*, con el fin de garantizar la mejora de la eficiencia y sostenibilidad de las infraestructuras urbanas para crear ciudades más habitables. Basta con mencionar que la población urbana crecerá, según las últimas estimaciones, entre un 50 % y un 70 % en el año 2050.

Los factores que influyen en el modelo *Smart City* se basan en:

- El incremento de la población mundial, que pasó de 1.000 millones en el año 1800 a 6.000 en el año 2000 y que, a principios de 2015, superó los 7.500 millones.
- El fenómeno de la globalización que afecta a todos los sectores.
- El «éxodo rural», como se conoce al fenómeno de la migración rural a las ciudades.

Todo ello se incrementa por la fuerte expansión de las TIC y la necesidad de adaptarse a los equilibrios medioambientales motivados por el calentamiento global.

## Bitcoin

*Bitcoin* es una moneda virtual «digital», no respaldada por un país, que sirve para intercambiar bienes y servicios en la red. A diferencia de otras monedas, *bitcoin* es una divisa electrónica que presenta novedosas características y destaca por su eficiencia, seguridad y facilidad de intercambio.

La «moneda virtual» se está poniendo de moda en algunos países y son, cada vez más, las personas que la utilizan para realizar compras o pagos. Su popularidad radica en su forma de operar, ya que se hace por medio de algoritmos matemáticos en los cuales todas las transferencias son seguras.

Además del *bitcoin*, la primera moneda virtual (surgida en 2009), la más conocida y de mayor uso, existen otras similares que proliferan en el ciberespacio, como *dogecoin*, *litecoin*, *namecoin*, *peercoin*, *quarkcoin*, etc.





# Capítulo 5

---

## Comunicaciones móviles

*Del walkie-talkie a los smartphones*

### Introducción

Podemos decir, sin miedo a equivocarnos, que la historia de las comunicaciones móviles es una de las historias de éxito en el mundo de las telecomunicaciones. Basta con recordar que, en 2014, dispositivos como el iPhone 6 de Apple, el Samsung Galaxy S5 o el P8 de Huawei sorprendieron a los usuarios por sus prestaciones y funcionalidades; hace apenas treinta años los dispositivos móviles eran algo soñado por unos pocos ingenieros y, hasta 1983, Motorola no pudo hacer el sueño realidad con el lanzamiento del DynaTAC 8000x, el primer móvil del mundo. Pero la historia de las comunicaciones móviles va mucho más allá. Las primeras experiencias comenzaron hace mucho, aunque no se popularizaron hasta hace unas décadas.

El empleo de la radio para comunicarse a distancia se usa desde hace más de un siglo y, desde sus comienzos, la tecnología ha evolucionado muchísimo, permitiendo el envío de voz, texto e imágenes a gran velocidad y, además, con gran calidad gracias a la digitalización de las señales.

**Figura 5.1 Smartphone**



Debemos recordar que la utilización de la radio para la comunicación móvil es una idea que surgió con los primeros experimentos de transmisión a larga distancia del italiano Guglielmo Marconi, quien completó con éxito sus ensayos de transmisión de señales telegráficas. En 1895 patentó el telégrafo inalámbrico, dos años después consiguió la transmisión de señales a más de tres kilómetros de distancia

entre un barco y la costa, y en 1903 estableció la primera transmisión transatlántica. Fueron años en los que se instalaron los primeros sistemas de «radio móvil» sobre vehículos con apariencia de tranvías.

El primer servicio de telefonía móvil (en forma de mensajes de aviso) fue utilizado por la policía de Detroit en las décadas de 1920 y 1930. Desde entonces, han aparecido y se han desarrollado muchos sistemas.

Estas primeras experiencias fueron una de las grandes innovaciones tecnológicas, pues tradicionalmente las redes de telecomunicaciones se han basado en la conexión de los distintos elementos mediante el uso de cables. Así, las redes telefónicas conectaban las centrales con las casas de los usuarios y las oficinas mediante pares de cables y, entre ellas, se hacía mediante cables coaxiales, radioenlaces y, últimamente, fibra óptica.

Pues bien, desde hace decenas de años la tecnología radio se ha desarrollado mucho, tanto en capacidad como en velocidad, y los costes de su aplicación se han reducido, razón por la que hoy en día se utiliza para muchas aplicaciones en las que antes no era viable hacerlo. Una de ellas es la de la telefonía móvil. Pero para llegar hasta la situación actual han tenido que darse muchos pasos y producirse muchos avances tecnológicos, sin los cuales nunca hubiera sido posible disfrutar de los servicios que hoy tenemos al alcance de la mano, a un coste más que asequible para cualquiera.

En las décadas de 1920 y 1930 ya se producían comunicaciones por radio, la radiodifusión estaba muy extendida, la televisión daba sus primeros pasos y las personas podían comunicarse a larga distancia por medio de la radio de onda corta. Pero hasta que no se avanzó en los campos de la radio y la electrónica con la segunda guerra mundial, compañías como General Electric, RCA, Motorola y AT&T no comenzaron a comercializar sistemas portátiles de comunicación.

El primer sistema público de telefonía móvil semiautomática, que podía contratar cualquier persona con suficientes medios para pagarlo, empezó a funcionar en la ciudad de San Luis (Missouri, EE. UU.) en 1945. Por su gran tamaño, el equipo se instalaba en el maletero del vehículo, y el auricular y el disco para marcar y el microteléfono se colocaban en la cabina interior.

Su filosofía consistía en instalar un transmisor central de gran potencia y buena altura de antena para conseguir una gran área de cobertura urbana. Los equipos de los usuarios eran de tipo «embarcado» en el vehículo: dispuestos en el maletero, con un terminal en el interior que llevaba el disco para marcar y el auricular. Las llamadas eran semiautomáticas; en algunos casos, debía intervenir una operadora.

La evolución de la telefonía móvil se produjo de una manera muy rápida, ya que, en 1946, AT&T obtuvo la aprobación de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) para operar el primer servicio de telefonía móvil para coches. En 1947, los laboratorios Bell presentaron el concepto «celular», que permitiría la reutilización de las frecuencias (a través de numerosas estaciones base de baja potencia en las que cada una proporcionaba servicio a una pequeña zona de cobertura denominada «célula») y, por tanto, el uso masivo de esta funcionalidad. Sin embargo, aún tardaría treinta años en desarrollarse, pues se carecía de la técnica de paso de una célula a otra de una comunicación ya establecida mientras el usuario se desplazaba. A mediados de la década de 1960 se puso en funcionamiento un sistema que incluía el encaminamiento automático de llamadas y la marcación directa.

En 1970, la FCC se reservó frecuencias para la tecnología celular y, en 1977, autorizó dos sistemas. Años más tarde, el 13 de octubre de 1983, el sistema de Chicago entró en servicio; sin embargo, no fue la primera red móvil del mundo, ya que otros países europeos y Arabia Saudita se habían adelantado.

**Figura 5.2 Antena de telefonía móvil**



El primer sistema de telefonía móvil europeo nació en la década de 1940 en la ciudad de Estocolmo de la mano de Ericsson, con aparatos que, por su enorme consumo, peso y tamaño solo se podían instalar en vehículos.

Años más tarde, la empresa sueca Televerket instaló un sistema de prueba que entró en servicio en 1956. En 1970, los laboratorios americanos Bell empezaron a trabajar en los «sistemas celulares». Martin Cooper, trabajando para la empresa Motorola, se considera el padre del teléfono celular. Paralelamente, en los países escandinavos, surgió el concepto NMT (*Nordiska Mobile Telphongruppen*). Los problemas técnicos que hasta el momento producían gran congestión debido a dificultades de itinerancia y conmutación de las señales, fueron progresivamente resueltos y, en 1981, el servicio móvil se inauguró en Suecia.

**Figura 5.3 Martin Cooper, el «padre» de la telefonía móvil**



Aunque no deje de resultar sorprendente, el país que tuvo el honor de poner en marcha la primera red móvil celular en septiembre de 1981 corresponde a Arabia Saudita, con tecnología NMT suministrada por Ericsson en la banda de frecuencia de 450 MHz, la más utilizada por esa época por el largo alcance que proporcionaba.

En el año 1983 se empezó a utilizar en Estados Unidos el sistema AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), pionero entre los sistemas celulares analógicos mundiales y, un poco más tarde, surgía el TACS (*Total Access Communication System*) para uso en Europa. En 1992 empezó a implantarse el primer sistema digital, el GSM (*Global System for Mobiles*).

El gran auge de estas redes apareció en la década de 1990 debido al abaratamiento de los servicios, pero sobre todo a la reducción del coste de los terminales. Estos han ido mejorando tecnológicamente, añadiendo más prestaciones, con mayor autonomía, pantallas de gran resolución y menor tamaño. Ahora no solo ofrecen voz, sino texto y datos. Por ejemplo, en la actualidad, la banda ancha móvil es una realidad que compite con la banda ancha fija.

Por otra parte, la posibilidad de elegir entre las modalidades de prepago o contrato, la facilidad que ofrece la portabilidad para cambiar de operador, la disponibilidad de cobertura en prácticamente cualquier lugar, la estandarización, la «itinerancia» internacional (*roaming*) y la facilidad de uso contribuyen a su éxito universal.

La gran ventaja de las redes por radio es la movilidad: los usuarios pueden conectarse a ellas desde cualquier lugar en el que tengan cobertura y moverse libremente por toda el área mientras mantienen una conversación o establecen una comunicación de datos. Un usuario de telefonía móvil puede conducir kilómetros en el curso de una única conversación, porque el teléfono se mantiene conectado a través de las estaciones base. También destaca su fácil y rápida reconfiguración en caso necesario, bien porque aumente el número de usuarios o porque se demanden más servicios o velocidad de acceso.

La telefonía móvil, junto con Internet, son las dos tecnologías de comunicación más importantes por su gran penetración a nivel mundial desde su aparición comercial hace unos treinta y quince años, respectivamente. A mediados de 2016 se habían superado con creces los 7.200 millones de usuarios de teléfonos móviles en todo el mundo, más del 100 % de la población. Sin embargo, eso no quiere decir que todos los habitantes del planeta dispongan de un móvil, ya que algunos tienen más de uno, lo que supone el triple de los usuarios de Internet y siete veces más que de teléfonos fijos. Para el año 2020 se habla de que existirán más de 9.000 millones de usuarios y hasta 50.000 millones de objetos conectados a las redes. La telefonía móvil no solo se presenta como la tecnología que ha crecido más rápido, sino también como la que más se ha expandido a nivel mundial.

Podemos apreciar que la evolución de las distintas tecnologías que dan soporte a la telefonía móvil es impresionante, crece a un ritmo tan acelerado que ni siquiera da tiempo a desplegar una cuando los organismos de normalización y los fabricantes piensan en otra destinada a sustituirla. Esto complica la vida de operadores y usuarios, ya que, mientras los primeros necesitan amortizar las inversiones realizadas en una tecnología antes de desplegar otra, los segundos disponen de una oferta tan amplia en el mercado que, por desconocimiento, les cuesta decidirse por una u otra.

No obstante, la tecnología sigue su ritmo, es imparable. En la actualidad se están desplegando comercialmente los sistemas de 4G (LTE), que conviven con los de 2G (GSM) y 3G (UMTS y CDMA), impulsados por los intereses de los fabricantes, que los ven como una nueva manera de aumentar sus ingresos. Pero, para que esto sea posible, los operadores deben disponer de las licencias correspondientes. Por eso los gobiernos de los distintos países han licitado los concursos correspondientes para la concesión de las licencias mediante concursos o subasta, aprovechando, al menos en Europa, para resolver la cuestión del *refarming* y el «dividendo digital». Es más, durante este año 2016 se está empezando a trabajar en el ETSI con las especificaciones del 5G, dentro de una nueva normativa conocida como IMT2020. Además de ser una evolución del 4G, ofrecerá nuevos servicios y aplicaciones muy sofisticadas, lo que implica mayor velocidad y mejores prestaciones, con la idea de empezar las primeras experiencias comerciales hacia el año 2020.

### Los primeros intentos

Los primeros intentos de transmitir la energía eléctrica por el espacio se deben a Stephen Gray y Dufay, en la primera mitad del siglo XVIII. Pocos años más tarde lo intentaron Franklin y Watson, aunque, como se supone, no obtuvieron éxito. También es notable el intento del barcelonés Francisco Salvá, quien, en diciembre de 1795, intentó transmitir señales entre la costa de Alicante y la de la isla de Mallorca aprovechando las propiedades conductoras del agua del mar.

En 1873, mediante consideraciones matemáticas, Maxwell dedujo la posible existencia de las ondas electromagnéticas (oscilaciones eléctricas de frecuencias muy altas) que se propagarían a la velocidad de la luz en el vacío y confirmó que la luz fuese un fenómeno electromagnético que se propaga en el vacío, sin necesidad del éter, como se había supuesto hasta entonces.

Estas teorías fueron confirmadas de forma práctica por el físico alemán Heinrich Hertz en 1887 (de ahí el nombre de ondas hercianas y la unidad de medida, el hercio), que produjo ondas electromagnéticas generadas al saltar una chispa de alto voltaje entre dos electrodos, mediante la descarga de un condensador, y demostró que poseían las propiedades de la luz, lo que supuso la comprobación experimental de la existencia de las ondas electromagnéticas.

En 1906, Aubrey Fessenden diseñó un generador con corrientes alternas de alta frecuencia que no utilizaba la producción de chispas, y «moduló» la amplitud de las señales, posibilitando la transmisión de la voz y la música. Así nacieron los receptores radiofónicos.

La utilización de la radio para la comunicación móvil es una idea que surge con los primeros experimentos de transmisión a larga distancia del italiano Marconi, realizados en 1901, en los que se instalaron los primeros sistemas de «radio móvil» sobre vehículos con apariencia de tranvías. El primer servicio de telefonía móvil (en forma de mensajes de aviso) fue utilizado por la policía de Detroit en la década de 1920. Desde entonces han aparecido y se han desarrollado muchos sistemas.

En junio de 1946, AT&T obtuvo la aprobación de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), creada por el Congreso de Estados Unidos en 1934, para operar el primer servicio de telefonía móvil para coches. En 1947, los laboratorios Bell presentaron el concepto «celular», que permitiría la reutilización de

las frecuencias (a través de numerosas estaciones base de baja potencia en las que cada una proporcionaba servicio a una pequeña zona de cobertura denominada «célula») y, por tanto, el uso masivo de esta funcionalidad. Sin embargo, aún tardaría treinta años en desarrollarse, pues se carecía de la técnica de paso de una célula a otra.

## ¿Qué son las comunicaciones móviles?

Las comunicaciones móviles tienen su origen en el desarrollo de la teoría de campos electromagnéticos. La expresión «comunicaciones móviles» se entiende como un enlace de radio entre dos terminales, en movimiento o parados, donde uno de ellos puede ser un terminal fijo. Esta definición puede aplicarse a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea de móvil a móvil o entre fijo y móvil. Al hablar de comunicaciones móviles, generalmente se piensa en un sistema de comunicaciones punto a punto, aunque en algunas circunstancias particulares también es posible efectuar comunicaciones punto a multipunto, como son algunos de difusión de información.

## El espectro electromagnético

El espectro electromagnético representa el conjunto de toda la gama de radiaciones electromagnéticas. Para su estudio, el espectro electromagnético se divide en segmentos o bandas.

El espectro electromagnético se extiende desde las bajas frecuencias que usa la radio como extremo de la onda larga, hasta los rayos gamma, como el extremo de la onda corta. Por el camino, pasa por frecuencias intermedias como los infrarrojos, la luz visible, ultravioleta y rayos X, que cubren longitudes de onda de entre miles de kilómetros y la fracción del tamaño de un átomo. Aunque el espectro sea infinito y continuo formalmente, el límite de la longitud de onda corta se acerca a la «longitud Planck», mientras que el límite de la longitud de onda larga es el tamaño del universo.

## ¿Qué es la energía electromagnética?

Es la cantidad de energía en una región de un campo electromagnético. Mediante ecuaciones, se puede relacionar la energía electromagnética  $E$  con una longitud de onda particular  $\lambda$  y la frecuencia asociada  $f$  y una energía. El espectro electromagnético puede expresarse en términos de cualquiera de estas tres variables. De este modo, las ondas electromagnéticas de alta frecuencia tienen una longitud de onda corta y energía alta, mientras que las ondas de frecuencia baja tienen una longitud de onda larga y energía baja.

## Los campos electromagnéticos

El movimiento de cargas eléctricas en un conductor origina ondas de campos eléctrico y magnético (llamadas ondas electromagnéticas) que se propagan a través del vacío a la velocidad de la luz ( $c$ ). Estas radiaciones llevan asociada una energía electromagnética que puede ser captada por una antena receptora (por ejemplo, la pequeña antena de un teléfono móvil).

Además de estar asociados a las ondas electromagnéticas, los campos eléctrico y magnético también pueden existir de forma independiente el uno del otro. Un ejemplo sería el que ofrecen los campos eléctricos que se originan entre las nubes y tierra durante una tormenta, antes de provocar un rayo.

### Campo eléctrico y magnético

Mediante sencillos experimentos, se puede observar que un campo eléctrico variable engendra un campo magnético variable y este, a su vez, uno eléctrico. De esta manera, las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío sin necesidad de un soporte material, por lo que se pueden propagar en el espacio, donde su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia.

### Frecuencia y longitud de onda

Se entiende por frecuencia ( $f$ ) de una onda el número de veces que pasa por un punto particular en un segundo, mientras que la longitud de onda ( $\lambda$ ) es la distancia entre puntos idénticos en ondas sucesivas. La amplitud de la onda es la distancia vertical de la línea media de la onda a la cresta o el valle.

Podemos decir que las ondas se caracterizan por tres magnitudes fundamentales:

- La frecuencia ( $f$ ) es el número de veces que la onda completa se repite en un segundo: se puede decir que es el número de «pulsos» por segundo.
- El periodo ( $T$ ) es el tiempo que transcurre entre la repetición de una onda completa y la siguiente.
- La longitud de onda ( $\lambda$ ) es la distancia recorrida por una onda en un periodo.

Por último, la velocidad de propagación de la onda ( $v$ ) es el producto de la longitud de onda por la frecuencia, que suele coincidir con la velocidad de la luz ( $c$ ).

### ¿Qué son las microondas?

Este término, que se ha hecho muy familiar por su uso en los hornos de las cocinas, se utiliza en las comunicaciones del radar o la banda UHF (*Ultra High Frequency*).

Estas ondas se producen generando oscilaciones en el interior de un aparato denominado «magnetrón», una cavidad resonante formada por dos imanes de disco en los extremos, donde los electrones emitidos por un cátodo son acelerados originando los campos electromagnéticos a la frecuencia de microondas.

Su frecuencia va desde los mil millones de hercios hasta casi el billón.

## Concesión de las licencias

Dadas las diferentes aplicaciones que utilizan el espectro radioeléctrico, este espacio resulta ser un «recurso escaso», de titularidad pública, por lo que los diferentes gobiernos de los distintos países deben gestionar su asignación a los diferentes servicios de telecomunicación siguiendo las recomendaciones de los organismos de normalización correspondientes, en este caso la UIT-R. Esto permite asignar diferentes bandas de frecuencia a distintas empresas (operadores) o usuarios para su comercialización, mediante venta directa (concurso de méritos) o subasta al mejor postor, lo que ha permitido obtener importantes recursos económicos a las administraciones de los diferentes países.

## ¿Pueden causar cáncer los teléfonos celulares?

El uso de los dispositivos móviles en los diferentes sistemas de comunicaciones móviles ha generado cierta preocupación en los últimos años, pero diversos estudios de importantes organismos científicos no muestran evidencia que relacione los teléfonos celulares con el cáncer. Siempre que se respeten los límites de emisión establecidos y se realice un uso apropiado de los equipos, no hay riesgo para la salud.

## Ondas no ionizantes

Se entienden por ondas no ionizantes las que no son capaces de producir iones al interactuar con los átomos de un material. Estas radiaciones no ionizantes se pueden clasificar en dos grandes grupos: los campos electromagnéticos y las radiaciones ópticas.

Dentro de los campos electromagnéticos se pueden distinguir las ondas de radiofrecuencia, utilizadas por las emisoras de radio y televisión y la telefonía móvil en sus transmisiones, y las microondas, ya sean utilizadas en los electrodomésticos o en el área de las telecomunicaciones.

## Ondas ionizantes

A diferencia de las anteriores, son las que contienen la energía necesaria para hacer que los átomos emitan electrones. Debemos recordar que, cuando un átomo se queda con un exceso de carga eléctrica, ya sea positiva o negativa, se dice que se ha convertido en un ion (positivo o negativo).

Este tipo de radiaciones pueden provocar reacciones y cambios químicos con el material con el que interactúan; así, por ejemplo, son capaces de romper los enlaces químicos de las moléculas o generar cambios genéticos en células reproductoras. Un ejemplo de este tipo de ondas son los rayos gamma y los rayos X (utilizados para hacer una radiografía).

## Radiotelefonía de corto alcance

A estos sistemas, también denominados «radiotelefonía convencional» o *walkie-talkies*, se les asigna una serie de frecuencias para que el usuario pueda utilizar las que estén libres. En principio, estas apli-

caciones no permiten privacidad al usuario y su alcance es muy limitado, pero, por su simplicidad, es la manera más popular de comunicarse vía radio que sigue existiendo.

El principio del protocolo de gestión de las comunicaciones y de la utilización del canal o canales asignados es muy sencilla, ya que se basa en la utilización del botón PTT (*Push To Talk*) que existe en los terminales que permite conmutar la comunicación entre receptor y transmisor.

### Los radioaficionados

Es otro de los sistemas clásicos de radiocomunicación, conocida como *Ham Radio* en inglés, y resulta una afición de la que disfrutaban millones de personas en todo el mundo. Utilizando emisoras en distintas bandas de frecuencias asignadas para ello, es posible contactar e intercambiar mensajes con otros radioaficionados ubicados en cualquier lugar mediante una simple emisora.

En el pasado, para llegar a ser «radioaficionado» se necesitaba superar un examen para demostrar los conocimientos sobre electricidad, radioelectricidad y de la normativa, de distinta dificultad según el tipo de licencia a la que se optase. La URE (Unión de Radioaficionados Españoles) es el organismo que regula esta actividad que fue fundada en 1949.

### La banda ciudadana (CB-27)

Es un tipo de radiocomunicación que surgió en 1958 en EE. UU. y se popularizó a nivel mundial en las décadas de 1970-1990, legalizándose su uso en España en 1983. Se extendió mucho porque es de libre uso —público— y no necesita licencia. Obtener el permiso es un puro trámite administrativo. La banda ciudadana, banda civil o *Citizen's Band Radio Service*, conocido como CB, permite una comunicación bidireccional.

Al principio, la CB se utilizó con equipos instalados en coches y camiones, pero conforme el peso y el consumo de energía de los equipos ha ido disminuyendo, los dispositivos se han ido incorporando a equipos de sobremesa y portátiles.

La banda en la que operan los equipos es la de 27 MHz (equivale a 11 metros de longitud de onda), con 40 canales con una separación entre los adyacentes de 10 kHz, que van desde los 26,965 hasta 27,405 MHz, de ahí el nombre de CB -27 por la que se le conoce.

### El primer *walkie-talkie*

Nos tenemos que remontar a antes de la segunda guerra mundial para conocer al científico Al Gross, quien desarrolló un *walkie-talkie* de alta frecuencia que permitía hablar mientras caminabas, y de ahí su nombre en inglés.

Merece la pena recordar que, además de este dispositivo, Al Gross también desarrolló aparatos como el «busca» de bolsillo (*beeper*), la primera calculadora digital de bolsillo a pilas, y un prototipo de radio reloj que aparecía en las tiras de cómic de Dick Tracy.

En 1940, la empresa Galvin Manufacturing Corporation (más tarde Motorola) desarrolla el *Handie-Talkie SCR-536*, una radio de amplitud modulada (AM) bidireccional portátil, que se podía sostener en la mano. Este equipo se convirtió en un icono de los frentes de batalla de la segunda guerra mundial, como hemos podido ver en muchas películas, y su producción ascendió a las 40.000 unidades.

## La radiomensajería (*paging*)

La radiomensajería —los típicos «buscas»— era otro tipo de comunicación unidireccional que permitía la transmisión de un mensaje desde un punto de origen hasta el terminal destino que se utilizaban en el mundo de la empresa para una localización inmediata del usuario.

Con estos sistemas, lo habitual era que, al recibir un mensaje, el receptor llamase al que se lo había enviado para ponerse en comunicación con él, aunque no siempre era necesario devolver la llamada, pues quizá en el mensaje ya se incluían todas las instrucciones. Hoy en día, debido a la proliferación de los móviles, es un sistema que está en desuso.

## ¿Qué eran los *beepers*?

Eran esos aparatitos que tantas veces hemos visto en las películas americanas, que empezaban a sonar *beep, beep, beep, beep* y el protagonista tenía que acudir rápidamente a un teléfono porque alguien quería ponerse en comunicación con él. Algunos solo emitían la señal acústica, pero los más avanzados podían tramitar mensajes de aviso o *paging*, por lo que también se denominaban *pagers*.

## Radiotelefonía de grupo cerrado

La radiotelefonía en grupo cerrado, también conocida como sistemas *trunking*, son sistemas en los que un conjunto de canales de radio soporta a un colectivo de usuarios móviles (policías, bomberos, taxis, ambulancias, etc.) gracias a un sistema dinámico de asignación de frecuencias.

La posibilidad de que muchos usuarios utilicen un mismo conjunto de radiocanales, que se reparten entre ellos a demanda para el establecimiento de una llamada y que se liberan a medida que se completan las llamadas permite que puedan asignarse a otros usuarios de la red. Para que el sistema sea efectivo, el número de usuarios debe dimensionarse en función del número de enlaces o canales disponibles.

En la actualidad existen varias soluciones de sistemas *trunking* en funcionamiento. En Europa, la norma analógica más extendida es la MPT1327 (Taunet) y sus derivadas.

## El sistema TETRA

Además de los estándares analógicos de radiotelefonía, el ETSI (*European Telecommunications Standard Institute*) estandarizó en 1995 un sistema de comunicaciones *trunking* digital, el TETRA (*TERrestrial Trunked RAdio*).

### Telefonía sin hilos

Para usuarios cuyos movimientos están delimitados a un área reducida y definida, se han diseñado las telecomunicaciones sin hilos (inalámbrica). En estos sistemas, el usuario hace llamadas desde un terminal portátil que se comunica por radio con una estación de base fija, conectada directa o indirectamente a la Red Telefónica Conmutada (RTC) o a la RDSI.

El sistema actual más generalizado se corresponde con el estándar DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*), que permite la cobertura de un área restringida que puede ser una casa, un edificio, un almacén, un bloque de oficinas o incluso un distrito urbano.

### La telefonía móvil

Las redes móvil actuales, también llamada «celulares», consisten, básicamente, en una red de comunicaciones que da servicio a un conjunto de terminales (o teléfonos móviles) que acceden a ella a través de un sistema de comunicación vía radio.

Los diferentes desarrollos tecnológicos de telefonía móvil se han organizado alrededor del concepto de generación (G), donde a ese concepto se suele asociar una solución tecnológica determinada con un conjunto de servicios.

### La telefonía móvil en España

El primer servicio de telefonía móvil, conocido como TAV (Telefonía Automática en Vehículos), lo implantó en nuestro país la CTNE (Compañía Telefónica Nacional de España) en 1976, el único operador de telefonía móvil hasta 1994. Por esa época, con la liberalización del mercado y la concesión de una segunda licencia mediante concurso público, entró Airtel, conocida posteriormente como Vodafone. Cuatro años más tarde, en 1998, entraría en el escenario una tercera compañía: Retevisión Móvil (Amena) y después Orange, tras comprarla France Telecom en julio de 2005 por más de 10.000 millones de euros.

En el año 2000, cuando se adjudicaron las licencias de 3G (UMTS) en la banda de 2,1 GHz, entró en escena Xfera Móviles bajo la denominación comercial de Yoigo. Unos años más tarde empezaron a proliferar los llamados operadores móviles virtuales (OMV), también llamados operadores *Low Cost*, aunque no todos han tenido el éxito esperado.

### El lanzamiento comercial del servicio

El primer sistema de telefonía móvil celular automático se instaló en España en 1982, coincidiendo con el mundial de fútbol en Barcelona. En ese momento la CTNE lanzó comercialmente un servicio más avanzado que el TAV que utilizaba la tecnología «celular», llamada TMA-450 de «Telefonía Móvil Automática». Operaba en la banda de 450 MHz y llegó a tener poco más de 50.000 usuarios unos diez años más tarde.

No obstante, el primer sistema que podemos considerar de telefonía móvil de tecnología analógica avanzada fue el TAC 900, explotado comercialmente por Telefónica, a principios de la década de 1990, con el nombre de Moviline. Se trataba de un sistema de relativo gran éxito hasta que, superado por otro de tecnología digital y mejores prestaciones, como es el GSM, dejó de estar operativo en nuestro país al finalizar el año 2003.

## El proceso de liberalización

A mediados de 1994 se liberalizó en España el servicio de telefonía móvil con la concesión de dos licencias GSM: una a Telefónica Móviles y la otra a Airtel (ahora Vodafone), a quienes, en 1998 se uniría Amena (ahora Orange, tras comprarla France Telecom). Esto permitió el inicio de un amplio despliegue como el que actualmente ha alcanzado la telefonía móvil en nuestro país.

Dos años después, en 1996, se inició la guerra técnico-comercial de la telefonía y el uso del móvil se popularizó. Telefónica inició la comercialización de Movistar. En 1999 Amena introdujo el concepto de «libertad» ofreciendo terminales libres que podían conectarse a cualquier operador, se introdujo el prepago y la tasación por segundos; se introdujeron nuevos terminales más pequeños y sofisticados; se generalizó el uso de los mensajes SMS con un coste fijo y longitud máxima de caracteres, donde los operadores encontraron una nueva fuente de ingresos, y apareció el concepto de WAP para acceso a Internet vía móvil. Aunque con poco éxito inicial, debido a las propias limitaciones de los terminales, esto cambió radicalmente con la introducción de los *smartphones*.

En ese mismo año 1996, Telefónica alcanzó el millón de usuarios; en 1999, y con un mercado parcialmente liberalizado, se alcanzaron un total de 15 millones. A mediados de 2016 se habían ya sobrepasado los 50 millones (112 % de penetración sobre la población), con los cuatro operadores activos en el mercado: Telefónica (Movistar), Vodafone, France Telecom (Orange) y Xfera (Yoigo), además de más de un par de decenas de operadores virtuales (OMV).

Una vez implantada la 3G (con el estándar UMTS) en la primera década del siglo XXI, los operadores se están centrando en el despliegue comercial de la nueva generación 4G... y pensando en la 5G para dentro de unos cuatro o cinco años.

## Los OMR

Con estas siglas se conoce a los operadores móviles que disponen de red propia, es decir, aquellos que ofrecen el servicio utilizando sus propias infraestructuras de red y con sus modelos y esquemas tarifarios. Por ejemplo, Telefónica, Vodafone u Orange.

## Los OMV

Los operadores móviles virtuales son aquellos que también ofrecen el servicio móvil, pero utilizan la red de los OMR y su propio esquema de tarifas, en general muy simplificado.

### Área de cobertura

Para garantizar el servicio móvil es necesaria un área de cobertura radioeléctrica mediante el uso de una serie de antenas que se despliegan en el territorio. Cada antena está limitada por su potencia de transmisión (a mayor potencia, mayor alcance, pero también más interferencias con estaciones vecinas) y rango de frecuencias emitidas (a menor frecuencia, mayor alcance). La zona cubierta dependerá del «perfil» de emisión de la antena, que puede ser omnidireccional o con preferencia de ciertas direcciones (lobular).

### Bandas de frecuencias

Dentro del espectro radioeléctrico, las bandas de frecuencias asignadas habitualmente en los diferentes países para ofrecer el servicio de telefonía móvil, son: 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 y 2,6 GHz, aunque también existen otras, en un entorno cercano a estas.

### Radiotelefonía celular

Los actuales sistemas de telefonía móvil o celular, en vez de garantizar la cobertura incrementando la potencia de transmisión, se basan en el concepto de reutilización de frecuencias, es decir, la misma frecuencia se utiliza en diversos emplazamientos que están suficientemente alejados entre sí, lo que da como resultado una ganancia en capacidad y optimización del espectro. En contrapartida, el sistema es más complejo, tanto en la parte de la red como en las estaciones base, que deben ser capaces de seleccionar una estación entre varias posibilidades. Además, el coste de infraestructura aumenta considerablemente debido a la multiplicidad de emplazamientos.

### La célula o celda

Se considera una célula a cada unidad básica dentro del área de cobertura en que se divide un sistema celular. Cada célula contiene un transmisor, que puede estar en el centro, si las antenas utilizan un modelo de radiación omnidireccional, o en un vértice, si las antenas tienen un diagrama directivo, lo que permiten transmitir un subconjunto del total de canales disponibles para la red celular que se quiere instalar.

Teniendo en cuenta que el alcance de cada estación base se circunscribe al área de influencia de la antena, a medida que nos alejamos de esta y, por tanto, nos acercamos al límite de su alcance, la señal comienza a debilitarse y, automáticamente, la comunicación telefónica se transfiere a la siguiente estación. Este proceso se conoce como «traspaso» o *handover*. Todo ese procedimiento lo controla una estación de conmutación de telefonía celular (BSC) que permite que la comunicación se mantenga sin interrupción durante todo el tiempo que dure la conversación.

### Cobertura radioeléctrica

Entendemos por área de cobertura la zona desde la cual un terminal móvil puede comunicarse con las estaciones base y viceversa. Teóricamente está constituida por hexágonos regulares o celdas, pero, en

la práctica, toman distintas formas debido a la presencia de obstáculos, a la cambiante orografía de la celda y a las características de propagación de las antenas radiantes.

La gran ventaja que aporta un sistema celular frente a cualquier otro sistema que tenga la radio como medio de transmisión es que, en zonas de alta densidad de tráfico, es capaz de utilizar eficientemente el limitado espectro radioeléctrico que tiene asignado. Esto necesita un modelo de diseño de red denominado «celular», que da nombre al sistema, y que consiste en dividir el área que se quiere cubrir en un número de células suficientemente grande que permita la reutilización de frecuencias.

## Reutilización de frecuencias

Utilizando todo el grupo de frecuencias asignado a la red, dividiendo el grupo en varios subgrupos —células o *cells*— y ordenándolo según una estructura celular —racimo o clúster— se pueden construir grandes redes con las mismas frecuencias sin que estas interfieran entre sí. Esto permite que, a medida que aumente el número de usuarios, se puede hacer una reasignación de las mismas, e incluso dividir las células en otras más pequeñas para atender a un mayor número de ellos, por lo que la red puede evolucionar con mucha flexibilidad.

## El *handover* o traspaso

El proceso de pasar una comunicación establecida en un mismo móvil de un canal a otro sin que lo perciban los usuarios se denomina *handover*. Los traspasos se pueden clasificar en función de la relación entre los canales origen y destino de la comunicación en duro y blando o inter/intra célula.

## El *roaming* o itinerancia

Este concepto se asocia a la posibilidad de utilización de un móvil en una red distinta de la propia, lo que suele suceder cuando se viaja a otro país que dispone de un operador diferente. El procedimiento representa un coste para el usuario ligado al acuerdo entre los operadores, pero tiene la gran ventaja de que puede seguir disfrutando del servicio. Recientemente, la Unión Europea ha establecido un plazo para suprimir este sobrecoste en la utilización del servicio en el espacio comunitario en el horizonte de 2017.

## Martin Cooper realizó la primera llamada telefónica

Cuenta la historia que, en 1973, en Manhattan (Nueva York), el ingeniero de Motorola Martin Cooper llamó al teléfono fijo de Joel Engel, un colega de la empresa competidora, para hacerle saber que había conseguido lo que ambos ansiaban. «No le hizo mucha gracia», llegó a decir. Así, la telefonía móvil era una realidad. La llamada se hizo con un prototipo de Motorola DynaTac 8000X, dispositivo que una década después fue lanzado al mercado. Aquel terminal que hoy consideraríamos un «ladrillo», con un peso de 794 gramos, tenía unos 33 centímetros de altura, 4,5 de largo y 8,9 de ancho. Ese hito histórico llegó a ser portada de la prestigiosa revista *Popular Science*.

### ¿Qué es el GSM?

GSM son las siglas de *Global System for Mobile communications* (Sistema global de comunicaciones móviles).

El desarrollo data de 1982, cuando se creó en Europa un grupo de trabajo con el objeto de diseñar un sistema telefónico celular paneuropeo en la banda de 900 MHz. La gran aceptación del sistema obligó a ampliar posteriormente las bandas de frecuencia, adoptándose en Europa la de 1.800 MHz y, en Estados Unidos, la de 1.900 MHz.

Con las especificaciones de la Fase I del GSM que terminaron en 1991 para los servicios de voz, las primeras redes se desplegaron inmediatamente. GSM fue una gran iniciativa europea —revolucionaria— que permitió unificar los distintos sistemas móviles digitales y reemplazar los más de diez sistemas analógicos existentes y en uso hasta su aparición.

La llegada del GSM cambió completamente el panorama de la telefonía móvil, pues al tratarse de una red digital, para enviar una señal analógica como la voz, es necesario someterla previamente a un proceso de conversión analógico/digital (muestreo, cuantificación y codificación de la señal) y convertirla en una secuencia de bits.

Por solicitud del Reino Unido, en 1990 se añadió la especificación de una versión de GSM adaptada a la banda de frecuencias de 1.800 MHz a los objetivos del grupo de estandarización. Esta variante, que se conoció con el nombre de DCS1800 (*Digital Cellular System 1800*) o GSM 1800, tiene como objetivo proporcionar mayor capacidad en áreas urbanas. El GSM define un sistema completo, incluyendo no solo la interfaz radio, sino también una arquitectura completa de red. Entre los servicios típicos que ofrece GSM, además del de comunicación de voz, está el de mensajes cortos o SMS, la descarga de tonos y música, juegos, localización y navegación WAP (*Wireless Application Protocol*).

### La estación base

La estación base está compuesta por los elementos emplazados en la torre o estructura que contienen las antenas. Está a su vez conectada a la red telefónica y esta dirige la llamada inicial al teléfono móvil o fijo con el que se quiere contactar. Para que se concrete este proceso, el terminal debe tener cobertura, es decir, debe encontrarse en la zona de influencia de al menos una estación base.

El sistema consiste en una red de células contiguas que permiten cubrir una determinada área de servicio. Cada célula tiene una BTS (*Base Transceiver Station*) que son los elementos radiantes —antenas— omnidireccionales y/o directivas —sectoriales— situados en una torreta o mástil en una zona elevada que operan con un conjunto de canales diferente de los utilizados por las células adyacentes.

Cada conjunto de BTS está controlado por una BSC (*Base Station Controller*) y un grupo de BSC es, a su vez, controlado por una MSC (*Mobile Switching Centre*) que encamina las llamadas hacia y desde redes externas (RTC, RDSI, etc.) públicas o privadas. La función de la BSC es el mantenimiento de la llamada, aunque el usuario cambie de celda, así como la adaptación de la velocidad del enlace radio al estándar de 64 kbps utilizado por la red de transporte.

## El HLR

Se denomina HLR (*Home Location Register*) al registro de localización local que contiene información del estado de cada usuario asignado al mismo, así como sobre la posible área visitada, a efectos de encaminar las llamadas destinadas al móvil. Los sistemas de altas y bajas de los operadores actuarán contra esta base de datos para actualizar las características del servicio de cada cliente. En el HLR también hay información actualizada sobre la situación actual de sus móviles.

## El VLR

El VLR (*Visitor Location Register*) es el registro de posiciones de visitantes que contiene información del estado de todos los usuarios que, en un momento dado, están registrados dentro de su zona de influencia; esta información ha sido requerida y obtenida a partir de los datos contenidos en el HLR del que depende el usuario. El VLR contiene información sobre si el usuario está o no activo, a efectos de evitar retardos y consumo de recursos innecesarios cuando el terminal móvil está apagado.

## La MS

La MS (*Mobile Station*) es el terminal de usuario o teléfono móvil que se comunica con la red a través de una interfaz de radio. El terminal móvil suele ser el único elemento del sistema que el usuario percibe físicamente de la red. Además de las funciones básicas de radio y de proceso necesarias para acceder a la red a través de la interfaz radio, un terminal móvil dispone de una interfaz al usuario, como micrófono, altavoz, pantalla y teclado o bien una interfaz hacia otros equipos terminales (PC, PDA, cámara de fotos, impresora, etc.) que puede estar cableado o transmitirse por infrarrojos, Bluetooth...

Existen terminales de muy diversos tipos, vendiéndose, a nivel mundial, alrededor de 1.000 millones de unidades cada año. Apple, Samsung y Huawei son los principales fabricantes en la actualidad.

## ¿Qué es el IMEI?

El IMEI (*International Mobile Equipment Identity*, Identidad Internacional de Equipo Móvil) no es más que un código pregrabado en los teléfonos móviles GSM. Este código identifica el aparato de forma inequívoca a nivel mundial, y es transmitido por el aparato a la red cuando se conecta a esta.

El código IMEI de un aparato es de 15 cifras y suele estar impreso en la parte posterior del aparato, bajo la batería. Para identificarlo, se puede marcar la secuencia `*#06#` para que aparezca en la pantalla. En caso de robo o pérdida del terminal, este código es el dato fundamental que hay que proporcionar al operador de telefonía móvil para bloquear de inmediato el terminal y que no se pueda volver a utilizar, con independencia de la tarjeta SIM que se pretenda incorporar.

### ¿Qué es la SIM?

La SIM (*Subscriber Identity Module* o Módulo de Identidad de Usuario) es, básicamente, una pequeña tarjeta inteligente extraíble que contiene almacenada toda la información referente al usuario. La tarjeta SIM también ofrece otras ventajas, dado que un usuario potencial puede utilizar la SIM al comprar un nuevo equipo móvil, alquilarlo o pedirlo prestado por un periodo de tiempo determinado, y cambiarlo cuando quiera sin necesidad de pasar procesos administrativos.

### ¿Qué es el PIN?

El código PIN (*Personal Identification Code*) es un código de identificación de cuatro cifras que tiene cada usuario para acceder a los servicios de su terminal móvil y que el terminal le pide al usuario para activarlo.

### Prepago

La tarjeta de prepago se utiliza cuando no hay contrato con el operador. El usuario «carga» una cantidad de dinero determinada en su tarjeta del móvil, saldo del que va disponiendo conforme realiza llamadas. Interesa si se hace un uso reducido u ocasional del móvil, pero a costa de pagar unas tarifas más altas por minuto de llamada; también, se usa cuando se quiere controlar o limitar el gasto máximo por mes, ya que no podemos gastar más de lo que se haya «recargado» en la tarjeta.

### Pospago

Contrariamente, en el caso del pospago o contrato, el usuario mantiene una relación contractual con el operador y paga, en función de unas tarifas y el uso que haga de su móvil, a final de mes. Tiene una serie de ventajas frente al prepago —suele ser más barato—, y el inconveniente de tener que pagar un mínimo mensual, aunque no se use el móvil.

### Pantallas táctiles

Las pantallas táctiles, aunque parecen novedosas, tienen una larga historia. La primera interfaz de tecnología táctil fue inventada en 1971 por el Dr. Samuel C. Hurst, y se popularizaron en los Terminales Punto de Venta (TPV), cajeros automáticos y en PDA. En estas últimas tenían la necesidad de usar un *Stylus* o lápiz de plástico para su correcto funcionamiento.

En los últimos años, estas tecnologías de pantallas táctiles (resistivas y/o capacitivas) se han ido incorporando a otros productos como consolas de videojuegos, ordenadores personales y particularmente a los teléfonos inteligentes, conocidos como *smartphones*.

Es una tecnología que en la actualidad se usa en una gran diversidad de dispositivos, ya que las podemos encontrar en productos tecnológicos como tabletas, televisores, reproductores de música, navegadores GPS, etc.

## Pantallas táctiles resistivas

Este tipo de pantallas, inicialmente muy usadas en dispositivos móviles pero cada vez menos, consta de dos capas de material conductor transparente ligeramente separadas. Cuando pulsamos sobre la pantalla, estas dos partes se unen, y un sistema electrónico detecta el contacto y es capaz de, midiendo la resistencia, saber el punto exacto del contacto.

Presentan la ventaja de que pueden usarse casi con cualquier cosa, con los dedos, con un lápiz o incluso con los dedos usando guantes. A su vez, son altamente resistentes y económicas, pero son sensibles a la luz ultravioleta y al cabo del tiempo acaban degradándose y perdiendo transparencia y luminosidad.

## Pantallas táctiles capacitivas

Las pantallas de tipo capacitivo necesitan usarse con el dedo o con un objeto que disponga de «capacitancia», no siendo aptas para los típicos estiletes. Por otro lado, pueden detectar varias pulsaciones simultáneas o gestos, lo que permite diversas formas de actuar con ellas, aumentando su capacidad de control por parte del usuario. Las pulsaciones o gestos no requieren presión, basta con deslizar el dedo para controlar la pantalla del dispositivo.

En la actualidad, este tipo de pantallas es el más demandado por su calidad de imagen y por su luminosidad, dado que al usar menos capas de material dejamos filtrar mejor la luz, pero tienen el inconveniente de que son mucho más caras que las resistivas y solo las podremos usar con los propios dedos al desnudo, con guantes especiales o con lápices ópticos creados para este tipo de pantallas.

## Generaciones de telefonía móvil

A lo largo de la historia de las comunicaciones móviles se han sucedido diversos sistemas conforme avanzaba la tecnología y era posible ofrecer más y mejores prestaciones. La situación es que en muy pocos años se ha pasado desde la denominada Primera Generación (1G), analógica, hasta la Cuarta Generación (4G), digital, pasando por la 2G y la 3G ambas también digitales, algo parecido a lo que ha sucedido en el mundo de la computación, aunque a distinto ritmo. Actualmente se está preparando la Quinta Generación (5G).

### Generación cero (0G)

La 0G representa a la telefonía móvil de la etapa previa a la tecnología celular. Los teléfonos móviles utilizados solían colocarse en automóviles o camiones. Por lo general, el equipo transmisor-receptor se montaba en la parte trasera del vehículo y el resto del equipo se colocaba cerca del asiento del conductor. Debido a su coste, el número de usuarios nunca llegó a ser importante y la cobertura fue muy limitada, prácticamente en ciudades grandes y algunas autopistas.

### Telefonía móvil de 1.ª generación (analógico)

Son los primeros sistemas de telefonía móvil celular que se desarrollaron con tecnologías analógicas que operaban en la banda entre 450 y 900 MHz. El estándar utilizado solo definía el protocolo de acceso radio entre una estación móvil, es decir, el terminal, y la estación base, quedando a criterio del fabricante otros elementos como la gestión de la movilidad o la estructura y las comunicaciones entre los diferentes componentes de la red. El servicio de telefonía móvil analógica proporcionó algunas facilidades de carácter básico, como buzón de voz, ocultación de identidad, llamada en espera, retención y desvío de llamadas, pero con prestaciones limitadas donde aparecieron varios estándares como el AMPS, el NMT y el TACS.

### Los primeros estándares

En Estados Unidos, el primer sistema analógico utilizado fue el AMPS (*American Mobile Phone System*), mientras que en Europa los dos sistemas utilizados, ya en desuso, fueron los conocidos como NMT (*Nordic Móvil Telecommunications*) y TACS (*Total Access Communications System*).

### El sistema NMT

En 1981 surgió el sistema NMT, en la banda de los 450 MHz, como un servicio normalizado en los países escandinavos (Suecia-Noruega-Dinamarca-Islandia); resultó ser un sistema ideal para cubrir una gran extensión de terreno con reducida inversión económica. Una versión del mismo fue la denominada NMT 900, que utilizaba la banda de frecuencias de 900 MHz, permitiendo un mayor número de canales, y siendo utilizada, inicialmente, en aquellos puntos en los que la red NMT 450 estaba saturada.

### ¿Qué era el TACS?

El TACS (*Total Access Communications System*) era un sistema de comunicaciones para telefonía móvil celular dúplex en la banda de 900 MHz. El precursor del sistema TACS fue el sistema AMPS, desarrollado en EE. UU. por los laboratorios Bell en la década de 1970, y se puso en servicio en la primera mitad de la década de 1980. El sistema TACS fue desarrollado por el Reino Unido, adaptando el sistema AMPS a los requisitos europeos para tener en cuenta los requerimientos de banda de frecuencia y canalización, y fue puesto en servicio en 1985.

### Las marcas Moviline y Movistar

A principio de la década de 1990, algunos países europeos como Austria e Italia adoptaron el sistema analógico TACS. En el caso de España, Telefónica Móviles utilizó este sistema denominado comercialmente Moviline, que desapareció en el 2003. Con la introducción del sistema digital GSM, en 1996 se adoptó el nuevo nombre de Movistar para el servicio, un nombre que con el tiempo se ha generalizado a otros servicios de la marca global Telefónica.

## Telefonía móvil de 2.ª generación (digital)

Los sistemas de telefonía móvil celular de 2.ª generación se basan en tecnologías de acceso digital, que permiten mayor calidad de servicio y más facilidades, como transmisión de fax y datos a baja velocidad, agenda electrónica, control de consumo, servicio de mensajes cortos de texto (SMS) y de correo electrónico, además de otras posibilidades como la ocultación del número de llamada entrante, la restricción de llamadas, el servicio de itinerancia y la terminación que no puede ofrecer la tecnología móvil analógica.

La operación del servicio se realiza a través de una tarjeta personal (SIM), activada mediante un número de identificación personal (PIN), que permite al usuario realizar o recibir llamadas desde cualquier terminal en el que inserte la misma, algo que no era posible con los de la generación anterior.

### ¡Llegan los SMS!

Es el servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*) que ha sido más popular de todos los servicios móviles, aunque últimamente está siendo desbancado por otras aplicaciones de mensajería, como WhatsApp. Permite el envío de mensajes cortos —hasta 160 caracteres— de texto sin formato entre dispositivos móviles.

Este servicio se diseñó originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM para funciones de señalización y aviso a usuarios, pero en la actualidad se utiliza ampliamente y está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G y 4G.

Una de sus ventajas es la confidencialidad y discreción, ya que al ser un mensaje escrito no se «escucha» lo que enviamos. Otra es que se pueden enviar a un destinatario aunque este no esté conectado y lo recibirá en cuanto se conecte, además de su precio, reducido y fijo. Una modalidad más reciente son los MMS, que admiten multimedia y adjuntar ficheros. Otra aplicación muy popular es Twitter.

## La telefonía rural en España

En España, desde finales de 1992, el servicio de telefonía rural y acceso a Internet a baja velocidad, TRAC (Telefonía Rural de Acceso Celular), se prestaba por medio de la red Moviline de Telefónica Móviles, es decir, Telefónica proporcionaba el servicio y los equipos y Telefónica Móviles ofrecían la infraestructura. Desaparecido el servicio analógico, esa red se ha sustituido por otra más específica, basada en tecnología GSM, CDMA, satélite o WiMAX, de forma que el operador pueda ofrecer el servicio, incluyendo la posibilidad de acceso funcional a Internet.

### ¿Qué es el GPRS?

En la evolución de las redes de 2G hacia las de 3G, aparece un sistema intermedio denominado GPRS (*General Packet Radio Service*), que consiste en una tecnología que funciona en el entorno de la telefonía móvil digital y que permite que un usuario utilice varios canales simultáneamente. Para ello se

utilizan técnicas de empaquetado de la información con las que se consiguen velocidades efectivas de transmisión de datos hasta cuatro veces superiores a los 14,4 kbit/s que soporta un solo canal. Además, la eficiencia de las comunicaciones es mayor, pues no se necesita la ocupación continua de los canales de comunicaciones de forma permanente y exclusiva.

### ¿Y el IMT-2000?

El Sistema de Comunicaciones Móviles Internacionales *International Mobile Communications 2000* es una iniciativa de la UIT para disponer de un servicio que proporcione acceso de radio a las infraestructuras de telecomunicaciones a nivel mundial, a través de sistemas terrestres y por satélite, atendiendo a las necesidades de usuarios fijos y móviles en redes públicas y privadas. En otras palabras, se trata de servicios de tercera generación (3G).

### La telefonía móvil de 3ª generación (UMTS)

El sistema de comunicaciones móviles de tercera generación (3G) ha sido desarrollado en un marco definido por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) con objeto de dar carácter universal al servicio de telefonía móvil. Los dos estándares principales son el UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), que básicamente se ha implantado en Europa y Japón, y el CDMA2000, implementado en Estados Unidos.

Esta tecnología permite llevar a los usuarios de manera directa, además de voz y datos, imágenes, gráficos, comunicaciones de vídeo y otra información de tipo multimedia. Se introduce así el concepto de movilidad de los servicios, además de la movilidad del terminal y del usuario.

### La concesión de licencias 3G en España

En el Consejo de Ministros del 10 de marzo de 2000, el Gobierno otorgó cuatro licencias de telefonía de tercera generación, UMTS, mediante concurso, por un importe de 129 millones de euros cada una, una cifra mínima si se compara con las cantidades que se habían pagado en otros países de nuestro entorno. Las operadoras Telefónica Móviles, Airtel y Amena (Retevisión), que ya contaban con una licencia de telefonía GSM, consiguieron su correspondiente concesión. La cuarta licencia fue para el Consorcio Xfera (Vivendi, FCC, ACS, Mercapital, Mannesman y Sonera), que aventajó en 3,5 puntos a Movi2 (France Telecom, Abengoa, Caja Madrid e Iberdrola) y en 18,6 al Consorcio Movilweb (Jazztel y Deutsche Telekom) en el resultado de la calificación de la mesa de contratación de ese concurso.

### ¿Cómo conectarse con un «PINCHO»?

Gracias a la miniaturización conseguida con la microelectrónica, es posible incluir un módem de 2G o 3G en un dispositivo muy pequeño, similar a una memoria USB, en la que se incorpora la tarjeta SIM.

De esta manera, los usuarios pueden tener conexión móvil en sus ordenadores personales y establecer una comunicación a alta velocidad en cualquier momento y lugar, con unas tarifas en función de la

velocidad o del volumen total de descarga. Este tipo de «pinchos» o *datacards* están muy extendidos, y su instalación y configuración es muy sencilla.

## El sistema UMTS

El sistema UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) es un elemento esencial de la tercera generación de servicios móviles de telefonía. Esta tecnología móvil ofrece, a través de un nuevo terminal, no solo la comunicación por voz, sino el intercambio de datos e imágenes a unas velocidades muy altas.

Hay que tener en cuenta que los sistemas de telefonía móvil analógica 2G son muy diversos e incompatibles entre sí, como suele ocurrir en muchos otros ámbitos de la tecnología. El estándar UMTS es un intento que termina con esta situación, aportando el enrutamiento mundial entre países y con los sistemas de segunda generación.

El UMTS permite al usuario disponer de una amplia gama de servicios gracias a la convergencia móvil-Internet, como el correo electrónico, el acceso a Internet y el visionado de contenidos multimedia.

La UIT-T, basándose en las redes GSM, ha definido el UMTS como un estándar de los sistemas de la familia de IMT-2000 para la definición de los sistemas móviles de tercera generación. A finales de 1998, se creó un proyecto conjunto para el desarrollo de la 3G de móviles denominado 3GPP, cuyos miembros son ETSI (Europa), ARIB (Japón), TTC (Japón), TTC (Corea) y ANSI T1 (EE. UU.).

Es importante señalar que la velocidad de transferencia de datos especificada por la UIT-T para el UMTS va desde los 144 kbps para vehículos a gran velocidad, hasta los 2 Mbit/s para terminales en interiores de edificios, pasando por 384 kbit/s para usuarios móviles en el extrarradio o vehículos a baja velocidad. A medida que ha evolucionado la tecnología del UMTS, se ha llegado al estándar HSPA, que ofrece velocidades superiores, comparables a la del ADSL utilizado en las redes de cobre.

## Entonces ¿qué es HSPA?

La tecnología HSPA (*High Speed Packet Access*) mejora el rendimiento que ofrecen las redes 3G en los tramos del canal descendente (red-usuario) y ascendente (usuario-red) para transmisión de datos, ofreciendo una velocidad mucho más elevada que el UMTS mediante la utilización de procedimientos que permiten mejorar el rendimiento del canal radio.

Esto ha permitido que evolucione la parte radio y el núcleo de red del estándar desarrollado por 3GPP del UMTS en lo que se denomina LTE/SAE. Con estos sistemas se alcanzarán velocidades comparables a las que ofrecen las redes fijas, como el ADSL o el cable, lo que ha dado paso a la cuarta generación de redes móviles.

## La 4.ª generación (LTE)

LTE (*Long Term Evolution*) es una nueva tecnología móvil cuyas especificaciones técnicas han sido aprobadas por el grupo 3GPP.

El sistema LTE utiliza las técnicas *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) en el *down-link*, lo que resulta muy apropiado para lograr altos picos de velocidades de datos en ancho de banda de alto espectro. Consecuentemente, podemos considerar que el LTE forma parte de la evolución tecnológica del GSM, más allá del horizonte de la 3G.

Dejando aparte estos detalles técnicos, la principal ventaja del LTE para los usuarios es la velocidad que se consigue, similar a la de las redes fijas actuales, por lo que puede ser una excelente alternativa siempre y cuando su precio sea competitivo. Su principal aplicación está en las ciudades y también da acceso de banda ancha a zonas rurales, aunque tardará en implantarse totalmente y sustituir a la 3G, pues los operadores tienen que amortizar sus redes de 3G y las diferentes administraciones públicas han asignado las frecuencias correspondientes muy recientemente (en España, el dividendo digital, banda de 800 MHz, en 2015).

### ¿Cómo se trata la voz sobre LTE?

Una de las grandes ventajas que promociona el LTE es su núcleo de red o EPC (*Evolved Packet Core*), que es un verdadero núcleo «All-IP» y, por lo tanto, debe ser capaz de tratar todo tipo de tráfico: voz, vídeo y datos. Sin embargo, la mayoría de los trabajos de normalización se han centrado en los aspectos de los datos de LTE, y a la voz sobre IP no se ha dado esa prioridad. Los diferentes operadores han establecido diferentes opiniones sobre este tema. De hecho, los primeros que la están experimentando solo contemplan los servicios de datos para sus implementaciones iniciales de redes LTE.

### Backhaul, el núcleo de la red

Como por lo general las redes móviles hacen uso de un espectro limitado, hasta ahora la principal limitación ha resultado ser la interfaz aire. Con LTE se desplazará hasta el enlace entre las estaciones base y el núcleo de la red (*backhaul*), y los operadores deberán hacer importantes inversiones en su infraestructura de transporte con el fin de abordar este problema de manera integral, utilizando una amplia gama de tecnologías que incluyen microondas, fibra óptica, Ethernet y, potencialmente, WiMAX.

### Qué son las *small cells*

Las *small cells*, es decir, pequeñas estaciones base celulares o células pequeñas, son puntos de acceso de radio de baja potencia que permite mejorar la cobertura de redes 3G y 4G, con el fin de aumentar la capacidad y el tráfico de red de retorno a un menor costo. Técnicamente, podemos decir que, al emitir con menos potencia y, además, utilizar antenas inteligentes que permiten la conformación del haz (*beamforming*) en algunos casos, se reducen las interferencias entre celdas próximas y se aumenta la calidad de la señal transmitida/recibida, redundando en un menor consumo de las baterías.

### El dividendo digital

Procedimiento establecido por la Administración española que consiste en asignar una parte de frecuencias de la TDT (Televisión Digital Terrestre), concretamente la banda de frecuencias de UHF com-

prendida entre 790 y 862 MHz, a la 4.<sup>a</sup> generación de telefonía móvil, a partir del 31 de marzo de 2015.

Para implementar este proceso, durante un cierto plazo las televisiones públicas y privadas emitieron en *simulcast* (emisión simultánea de canales por la vieja y la nueva frecuencia) y facilitaron al ciudadano que adaptase su antena colectiva, lo que implicaba la incorporación de amplificadores de señal para recibir los programas en las nuevas frecuencias.

## **Refarming del espectro 2G/3G**

Una opción contemplada en muchos países para optimizar el uso del espectro es la del *refarming*, o libertad para usar cualquier tecnología en cualquier banda, aunque inicialmente no estuviese planificado. De esta manera se pueden aprovechar sus mejores características para el despliegue de nuevas tecnologías, siempre y cuando la capacidad lo admita.

## **El servicio Twitter**

Twitter es un servicio gratuito de *microblogging* que permite a sus usuarios enviar vía web, teléfono móvil, mensajería instantánea o a través del correo electrónico mensajes de texto, llamados *tweets*, de una longitud máxima de 140 caracteres, incluso pueden enviarse desde Facebook y otras muchas aplicaciones. Permite estar comunicado y enviar mensajes a los contactos o seguidores de las redes sociales como si fuese un *e-mail*.

## **La geolocalización**

Gracias a la existencia de las innumerables estaciones base de radio repartidas por un territorio determinado, es posible, con procedimientos de triangulación, obtener la posición en la que se encuentra un terminal móvil de una forma bastante aproximada —aunque no tanto como la que se obtiene con un GPS—. Con esta aplicación se puede realizar el seguimiento de flotas o personas, siendo muy útil, por ejemplo, para las empresas de transporte, taxis, o mensajería, que pueden saber en todo momento dónde se encuentran los vehículos y optimizar así su gestión.

## **Las descargas**

La descarga de tonos, melodías, salvapantallas, juegos, etc., es una de las aplicaciones más populares y que más ingresos genera a los operadores. Los usuarios, que tienen acceso a un catálogo en línea, pueden descargarse estos contenidos pagando una pequeña cantidad y utilizarlos usando su propio teléfono móvil.

### El *videostreaming*

La tecnología de *streaming* permite al usuario conectarse al lugar fuente del programa y verlo directamente, pero no descargarlo para visualizarlo más tarde.

Con los teléfonos inteligentes podemos ver vídeos y programas de televisión que los operadores móviles ofrecen en *streaming*, bien de forma gratuita o mediante pago. En algunos casos también podemos ver la televisión en directo (*broadcast*) si está disponible esta modalidad.

### Micropagos

Otro de los servicios a los que podemos acceder con nuestro móvil es el de realizar ciertos pagos (*m-commerce*) de pequeño importe, como una entrada de cine o un servicio de taxi, que el operador nos cargará en nuestra cuenta, junto con la factura del servicio telefónico. En realidad, la tarjeta SIM se puede equiparar a una tarjeta electrónica inteligente y, siempre que el operador y nuestro banco lo admitan, podremos realizar pagos en los comercios adheridos al servicio al confirmar e identificarnos con nuestro PIN.

### *M-banking*

El concepto de *m-banking* o, correctamente, de servicios financieros prestados sobre redes móviles, engloba muchas soluciones diferentes por su tecnología, por la relación con los canales de distribución bancaria existentes y por las entidades que las impulsan. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no es lo mismo acceder a nuestras cuentas bancarias desde un *smartphone* que enviar fondos a una persona que tiene un móvil pero no mantiene relación alguna con un banco.

### M2M

Consiste en una aplicación que ya es habitual: la conexión entre máquinas (*Machine To Machine*) utilizando la red móvil, sin requerir la intervención del usuario. Es de aplicación, por ejemplo, en la telemetría, el control remoto, los sistemas de seguridad, el soporte técnico, etc.

### El terminal móvil

Un teléfono móvil es un aparato de radio que, para comunicarse con otro teléfono, utiliza dos frecuencias de radio diferentes: una para hablar —las frecuencias más bajas, ya que se consigue mayor alcance— y otra —las más altas— para escuchar. Consta de los siguientes elementos: micrófono, auricular, pantalla (táctil o no), teclado, antena, batería recargable y los microcircuitos integrados (*chipset*) que contiene el procesador y memoria del teléfono. Con la SIM se identifica con un determinado usuario, que puede personalizarlo según sus preferencias.

## Smartphones

Una característica muy importante de los actuales teléfonos móviles «inteligentes» como, por ejemplo, el iPhone, es su capacidad para disponer de uno de los sistemas operativos para móviles, tales como Windows Mobile, Apple iOS, Android, Symbian (hoy desaparecido), etc., y acceder a múltiples aplicaciones.

Los teléfonos móviles con Android como sistema operativo cuentan con una ventaja muy interesante, ya que el sistema operativo de código libre y gratuito cuenta con una amplia gama de aplicaciones (*apps*) gratuitas, pudiendo instalar en el móvil casi todo lo necesario, pero sin necesidad de pagar por ello.

## La tecnología de contacto (NFC)

Desde el año 2004 se viene incorporando la tecnología de comunicación de campo cercano NFC (*Near Field Communication*) en algunos teléfonos móviles. Se trata de un tipo de conexión inalámbrica que opera en la banda de 13,56 MHz y que permite el intercambio de información entre dos dispositivos. Una de sus aplicaciones más conocidas es el pago a través del móvil.

## ¿Qué es el Bluetooth?

*Bluetooth* es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la transferencia de datos entre dispositivos (por ejemplo, un teléfono móvil y un auricular inalámbrico). Es la denominación comercial y popular del estándar de comunicación inalámbrica IEEE 802.15.1. La primera empresa en investigar esta tecnología fue Ericsson, encargada de liderar un grupo que, con el tiempo, sumó a IBM, Nokia, Microsoft, Motorola y otras compañías que apoyaron el estándar.

Trabaja en la banda ISM de 2,4 GHz (que no necesita licencia y es la misma que usa el wifi) a una velocidad de 1 Mbit/s, y la distancia máxima entre los dispositivos se limita, típicamente, a unos 10 metros, aunque alguna versión puede llegar hasta los 100 m.

El término *Bluetooth* ('diente azul' en inglés, aunque el nombre viene del rey danés y noruego Harald Blåtand, traducido como Harold Bluetooth, que unificó las tribus noruegas, suecas y danesas para convertirlos al cristianismo).

## ¿Qué es el ARPU?

El término ARPU (*Average Revenue Per User*) representa el ingreso promedio por usuario; es decir, el gasto que un usuario dedica al servicio de telecomunicaciones móviles. Incluye tanto el gasto en comunicaciones vocales como en conexión de datos. Este gasto está, hoy en día, directamente relacionado con la política de «tarifa plana» que ofrecen los operadores, ya que el operador puede utilizar este consumo medio para determinar la tarifa garantizando los ingresos.

### ¿Y el CHURN?

Palabra de origen inglés que se utiliza para designar al porcentaje de usuarios que abandonan una operadora, normalmente porque se mudan a otra que consideran más ventajosa por mejor precio, por oferta de terminales o por servicio. Es un factor ligado al concepto de «portabilidad». Los operadores deben tener en cuenta y controlar el *churn*.

### Portabilidad

La portabilidad numérica (*Mobile Number Portability*), que comprende la portabilidad geográfica, la de servicio y la del proveedor del servicio, es una funcionalidad que permite el cambio de operador —de donante a receptor— manteniendo el número actual, tanto para redes fijas como para móviles, bien sean de contrato o de prepago. Es un proceso muy sencillo, gratuito para el usuario, y que se tramita en un plazo muy corto (en uno o dos días).

### Compartición de redes

Con el fin de reducir costes y acelerar el despliegue de las redes, algunos operadores consideran compartir sus redes con las de otros, básicamente por lo que se refiere a los emplazamientos de las antenas, ya que los sitios disponibles son limitados o costosos de adquirir. Así, si se comparte espacio, mástiles y alimentación, se considera una compartición pasiva, y si hay elementos de red involucrados, es activa.

### 5G, la quinta generación

5G son las siglas utilizadas para referirse a la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil, sucesora de la tecnología 4G. Actualmente se encuentra en fase de estandarización y muy ligada a la conferencia internacional de la ITU de 2019. Las empresas de telecomunicación están desarrollando sus prototipos, con la intención de lanzarla comercialmente en 2020.

Técnicamente, la 5G es mucho más que una evolución del 4G, ya que utilizará una nueva tecnología de radio con bandas armonizadas para asegurar el *roaming* y una nueva arquitectura de red debido a una serie de nuevas aplicaciones que se están definiendo bajo la normativa IMT2020: coche conectado, realidad virtual, IoT, holografía e incluso el uso de drones. Permitirá multiplicar en tráfico actual por 10, mejorar la «latencia» por debajo de 1 ms, alcanzar velocidades de entre 1 y 10 Gbit/s para enfrentarse a los retos previstos en el año 2021, que predicen multiplicar el tráfico por 10 por el aumento de los usuarios a más de 9.000 millones, además de un elevadísimo número de objetos o cosas conectadas a la red.

Las primeras aplicaciones se efectuarán en Corea y Japón con motivo de los JJ. OO. de 2020.

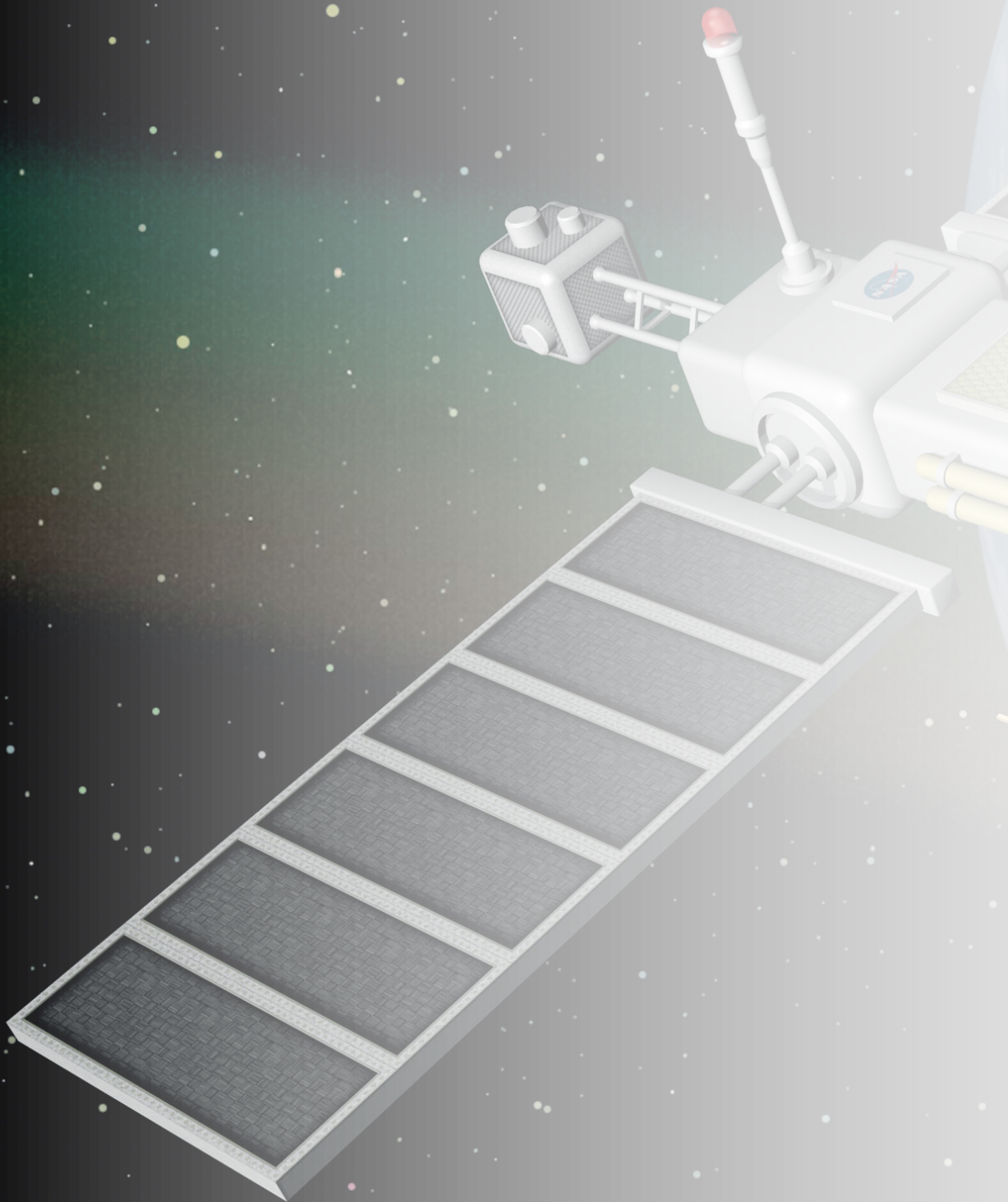
## La interoperabilidad

La mayoría de los operadores en la actualidad tienen redes 2G y 3G en servicio y se están desplegando las redes 4G LTE. Esto significa que hay que operar simultáneamente estas tres redes: 2G, 3G y 4G, pero poco a poco se irán inhabilitando las más antiguas, pues la operación simultánea no es una opción a largo plazo.

## El teléfono móvil en el mundo

El desarrollo del móvil en el mundo ha sido un fenómeno espectacular, ya que se estima que, a finales del año 2016, el número de teléfonos superó los 7.350 millones de terminales, de los cuales aproximadamente la mitad dispone de acceso a Internet. Podría decirse que no hay otro producto tecnológico que haya sido capaz de alcanzar ese grado de penetración en la población de los diferentes países del mundo.

La penetración del móvil en el mundo occidental es del 125 %. ¡Solamente en China existen 1.300 millones de móviles para una población de habitantes similar!





# Capítulo 6

---

## Comunicaciones espaciales

*Del Sputnik a la Estación Espacial Internacional*

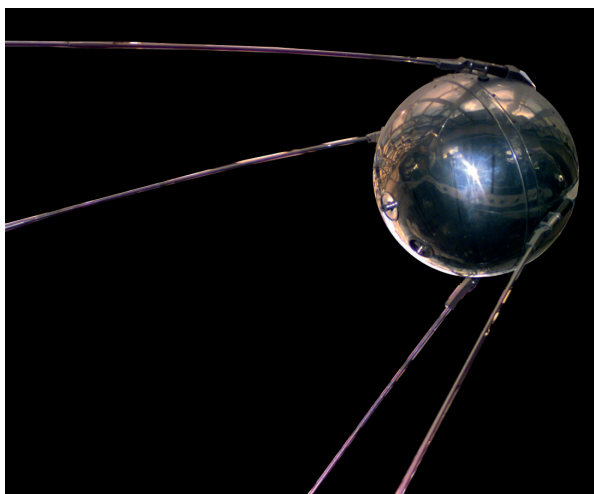
«El hombre solo ha alcanzado lo posible porque una y otra vez ha aspirado a conseguir lo imposible.»

Max WEBER

### Introducción

A la hora de recordar una fecha del siglo XX relevante para el mundo científico, seguro que no nos equivocamos al pensar en el 4 de octubre de 1957, cuando la Unión Soviética lanzó el primer satélite artificial. Este acontecimiento marca el comienzo de la «era espacial» y el inicio de una estrecha relación entre dos tecnologías: la radio y las comunicaciones espaciales.

**Figura 6.1 El satélite artificial *Sputnik***



No podemos olvidar a los tres primeros protagonistas de los cohetes espaciales sin nombrar al ruso Tsiolkovsky, que en 1903 publicó los primeros cálculos relativos a la propulsión de los cohetes. El segundo es, sin duda, Robert H. Goddard, profesor de física de la Universidad Clark de Worcester, en Massachusetts (EE. UU.) que en 1930 publica una memoria sobre la propulsión de cohetes en la atmósfera con carburante líquido. El tercer personaje es el austriaco Hermann Oberth, que en 1923 publica la obra que expone los fundamentos matemáticos que, de alguna manera, siguen siendo válidos en la actualidad.

En el curso de la segunda guerra mundial se comienzan a ver las posibilidades de construir cohetes con carburante a base de keroseno y oxígeno líquido.

Los primeros cohetes lanzados por los alemanes, del tipo V2, caen sobre Londres en septiembre de 1944 y al año siguiente Wernher Braun, en su exilio, se lleva consigo a Estados Unidos todos los conocimientos en materia de balística y combustibles sólidos que puede sacar de Alemania.

Al término de la segunda guerra mundial, el ingeniero y divulgador científico de la RAF (*Royal Air Force*) Arthur C. Clarke, autor de la célebre novela *2001, una odisea espacial*, publica un artículo en 1945 titulado *Repetidores extraterrestres. ¿Las estaciones cohete pueden asegurar la cobertura de radio del mundo entero?* El artículo puede considerarse una descripción concreta de lo que podría ser un satélite de telecomunicaciones.

Pero hay que esperar trece años hasta que esta tecnología esté suficientemente desarrollada para permitir el lanzamiento del *Sputnik I* el 4 de octubre de 1957. Por primera vez se escucharon en gran parte del mundo sus señales de radio «*bip bip*», que demostraban que las técnicas de los cohetes estaban irremediablemente unidas a las telecomunicaciones.

El 6 de diciembre fracasa el lanzamiento de un satélite norteamericano en el marco del proyecto Vanguard, pero el *Explorer I* se pone en órbita el 31 de enero de 1958.

Estaba demostrado: ¡se puede lanzar un satélite! La pregunta es ¿qué hacer con él? Son múltiples sus aplicaciones: el uso militar, la investigación científica, meteorológica o la observación terrestre.

Después de esas fechas, la radio y los ingenios espaciales han ido de la mano para garantizar cuatro operaciones clave en el espacio: seguimiento, teledida, telemando y telecontrol.

El seguimiento es una operación que permite suministrar la información sobre la posición del satélite o cohete, lo cual permite efectuar las correcciones de la órbita.

La teledida consiste en medir a distancia los fenómenos que rodean a los ingenios, tales como la identificación de las señales en el caso de los satélites.

El telemando permite, mediante el envío de señales desde la estación terrestre, activar dispositivos o iniciar la emisión de la información.

En cuanto al telecontrol, permite que el ingenio espacial o las estaciones terrestres puedan situarse de manera que garanticen el éxito de las misiones asignadas.

Pero las técnicas no estaban maduras, ya que en un primer momento los lanzadores de que se disponían no eran lo bastante potentes como para colocar un satélite en las órbitas adecuadas, algo que ya se ha logrado con facilidad.

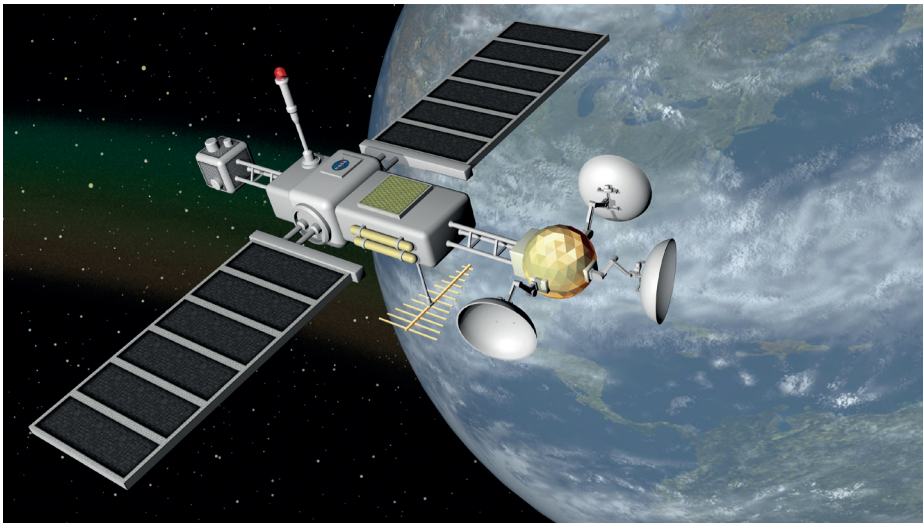
Si centramos la atención sobre los satélites de telecomunicaciones, debemos recordar que la idea de comunicarse por el espacio extra atmosférico es más antigua de lo que podemos imaginar ya que Gauss (1777-1855), uno de los mayores matemáticos de todos los tiempos, ya pensaba en «seres dotados de inteligencia» en planetas de nuestro Sistema Solar y que el único medio para comunicarnos con ellos era usar un lenguaje de signos matemáticos. Así, muy formalmente ¡proponía el uso de la tundra siberiana a modo de una gran pizarra, para trazar signos matemáticos como, por ejemplo, la ilustración del teorema de Pitágoras!

Existen dos grandes tipos de satélites de comunicaciones: «pasivos» y «activos».

Los satélites «pasivos» se limitan a reflejar las señales de radio y constituyen, de alguna manera, una ionosfera artificial. El primer satélite de telecomunicación pasivo fue el *Echo I*, lanzado el 12 de agosto de 1960 por la NASA. Estaba constituido por una esfera de 30 metros de diámetro que funcionó satisfactoriamente durante un cierto tiempo antes de desinflarse. El *Echo II*, una esfera de 41 metros, se lanzó en 1964 y sirvió para el desarrollo de la cooperación científica entre americanos, británicos y soviéticos.

Los satélites «activos» permiten recibir las señales para retransmitirlas con otra frecuencia, después de haber sido amplificadas, para evitar un efecto de interferencia entre la antena de entrada y la de salida del satélite. El primer satélite activo, llamado *Telstar I*, de 80 kg de peso, fue lanzado el 11 de julio de 1962. Fue concebido por la Bell Telephone Systems y permitió emitir señales de telefonía, televisión y fotografías. Puede considerarse el verdadero comienzo de la era espacial. Ese mismo año fue lanzado el *Relay I*, que se utilizó para la transmisión de programas de televisión entre Europa, América del Sur, Japón y Estados Unidos.

**Figura 6.2** Satélite artificial mostrando los paneles solares



Para ambos tipos de satélites, es necesario disponer en la Tierra de una antena orientable para la emisión y la recepción de las señales. Ello implica tener sofisticados medios de cálculo electrónico con objeto de determinar con precisión los momentos en los que el satélite se encuentra por debajo del horizonte para orientar la antena sobre el satélite durante el tiempo en que los dos extremos del enlace resultan visibles.

No obstante, y gracias a la contribución en 1945 del científico británico Arthur C. Clarke, resulta igualmente posible situar un satélite sobre una órbita a unos 42.000 km del centro de la Tierra (equivalente a 35.786 km desde el Ecuador) dado que, «si el plano de esta órbita coincide con el del Ecuador terrestre, el satélite tendría una velocidad de rotación idéntica a la de la Tierra, dando por consecuencia la impresión de permanecer inmóvil sobre un punto de la superficie terrestre».

Esto permite equipar la estación de aparatos de emisión y recepción, disponiendo así de un relé capaz de retransmitir señales entre dos puntos cualesquiera del hemisferio considerado para cualquier frecuencia capaz de atravesar la atmósfera.

La órbita sugerida por Clarke, que recibe el nombre de «órbita síncrona», permitió a la NASA el lanzamiento del primer satélite «geoestacionario», el *Syncom I*, el 14 de febrero de 1963.

Como resultado de todas estas experiencias con satélites de telecomunicaciones, el Gobierno de Estados Unidos decide llevar estos proyectos a un nivel de explotación comercial, y así, en 1962, el Congreso establece la COMSAT, *COMMunication SATellite act*, que permite organizar en Washington un organismo responsable de la explotación, la Communication Satellite Corporation.

Paralelamente, la UIT comienza a interesarse oficialmente por los temas espaciales y en 1959, coincidiendo con la asamblea del CCIR de Los Ángeles (EE. UU.), crea la Comisión encargada de las radiocomunicaciones espaciales, lo que facilita en 1963 la convocatoria de una conferencia extraordinaria de radiocomunicaciones espaciales en Ginebra.

Con motivo de esa convocatoria, se realiza una demostración por intermedio del satélite *Telstar II* para la transmisión de televisión entre la sede de la UIT y la de las Naciones Unidas de Nueva York. El resultado es la atribución oficial de las bandas de frecuencia relativas a las comunicaciones espaciales, que ha permitido la explotación de estos servicios a nivel mundial. (Se denomina «microondas» a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado, generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz, una parte de las cuales se destinan a los satélites de telecomunicación).

El 6 de abril de 1965 se lanza el primer *INTELSAT I*, conocido como *Early Bird* (*pájaro madrugador*), que establece los primeros enlaces comerciales entre América del Norte y Europa occidental.

En 1965, con motivo de la celebración del centenario de la creación en París de la UIT, las comunicaciones espaciales ya habían alcanzado un nivel de desarrollo comparable al del telégrafo en 1844 o al teléfono en 1877.

Durante todos estos años, estas actividades tienen repercusiones institucionales por lo que la UIT invita a todos los países a formar parte de una organización única, INTELSAT, para garantizar los enlaces intercontinentales de comunicaciones por satélite. Cada miembro tiene derechos de acceso a los satélites, beneficiándose de algunas repercusiones industriales, pero la explotación corre a cargo de un operador único, la COMSAT, constituida, como sabemos, en 1962.

En veinte años INTELSAT multiplica los lanzamientos, mientras que los países miembros se van dotando de estaciones terrestres. La evolución tecnológica facilita el lanzamiento del *INTELSAT II* en 1966 y toda una familia de satélites destinados a las telecomunicaciones, *INTELSAT III, IV, V, VI, VII, VIII*, lo que permite pasar de la capacidad inicial de 75 circuitos en 1965 a 30.000 en 1982. En 1990, la organización cuenta con 2.000 enlaces entre estaciones terrenas y 800 antenas instaladas en más de 600 emplazamientos que permiten enlazar a más de 170 países por medio de unos 120.000 canales.

En 1967 se inicia el programa franco alemán SYMPHONIE, cuyo primer lanzamiento se produce en 1973, pero tiene que sumarse a las normas de no competencia de INTELSAT para acogerse a un lanzamiento

con el cohete norteamericano *Thor Delta*. Ese mismo año, el Departamento de Defensa aprueba para uso militar un sistema de ayuda a la navegación denominado GPS (*Global Positioning System*), que permite obtener las coordenadas de un vehículo mediante el uso de un conjunto de información generada por un sistema de satélites con una precisión aceptable. Esta iniciativa es seguida por la antigua Unión Soviética con el sistema GLONASS y, recientemente, con el sistema GALILEO por la Unión Europea.

**Figura 6.3 Antena en Tierra para el seguimiento espacial**



Tales limitaciones conducen a Europa a dotarse de su propio lanzador, idea que más tarde es retomada por China y Japón, junto con otros países.

Por otra parte, la propia lógica de las orbitas geoestacionarias empuja a la creación de sistemas «domésticos» o «regionales» muy necesarios para grandes países o regiones como la URSS, Canadá o Australia. Indonesia lanza entre 1976 y 1977 el satélite *Palapa I y II*, Francia organiza el proyecto *Telecom I*.

En esta línea aparece en 1983 en Europa el proyecto EUTELSAT, que permitió definir el sistema europeo de telecomunicaciones por satélite orientado principalmente a encaminar el tráfico telefónico internacional de los países miembros de la CEPT (Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones), y suministra un nuevo medio de transmisión para los programas de Eurovisión de los países miembros de la UER (Unión Europea de Radiodifusión).

Los organismos de tráfico aéreo (IATA) fueron los primeros en competir con INTELSAT lanzando su red SITA y, en 1971, la banca hace lo mismo con la sociedad SWIFT con sede en Bruselas. INMARSAT dispone de sus propios satélites para comunicaciones marítimas en 1976.

El crecimiento es sin precedentes en la década de 1980. ¡Se ha abierto la competición y se dispone de una gran oferta de circuitos satelitales que beneficia el desarrollo del comercio y los negocios en todo el mundo!

En la actualidad, es impensable una sociedad sin las tecnologías espaciales, ya que las infraestructuras y los servicios asociados son fundamentales para resolver muchos de los retos que la sociedad tiene planteados, como comunicaciones, seguridad, defensa, gestión del medio ambiente o control de recursos naturales.

En todos estos casos, el desarrollo de estas actividades ha requerido la cooperación internacional, como era de esperar.

## La mecánica orbital

En el funcionamiento de los satélites artificiales juega un papel fundamental la mecánica orbital, basada en la mecánica celeste, una rama de la física clásica que comenzó hace ya siglos con dos gigantes de la física, Kepler y Newton, durante el siglo XVII. Lagrange, Laplace, Gauss, Hamilton y muchos otros también contribuyeron al refinamiento matemático de la teoría, empezando con las nociones básicas de la gravitación universal, las leyes de Newton del movimiento y los principios de conservación de la energía, que resultan clave para su entendimiento.

## Leyes de Kepler

El movimiento de los planetas en torno al Sol y de los satélites, tanto naturales como artificiales, en torno a la Tierra o a otros astros, se rige por las leyes de Kepler.

- Primera ley: Los planetas describen órbitas elípticas planas en torno al Sol, en las que este ocupa uno de los focos.
- Segunda ley: Un planeta recorre áreas iguales en tiempos iguales.
- Tercera ley: Los cuadrados de los tiempos de revolución (tiempo  $T$  necesario a un planeta para dar una vuelta completa alrededor del Sol) son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de las órbitas. De esta ley se deduce que la velocidad media con que los satélites recorren las órbitas es tanto menor cuanto más alejados se encuentran los satélites de la Tierra.

## La visión de Arthur C. Clarke

«Un satélite artificial, a la distancia apropiada de la Tierra, puede hacer una revolución cada 24 horas, esto es, podría parecer estacionario sobre un punto de la superficie de la Tierra, y tendría un rango óptico de casi la mitad de la superficie terrestre. Tres estaciones repetidoras, con una separación de 120° entre sí, pueden dar cobertura de señales de radio y microondas a todo el planeta.» Clarke resultó ser todo un visionario.

## *Sputnik*

El *Sputnik 1* era una esfera de aluminio de 58 cm de diámetro, por tanto bastante reducido, y con un peso de 83 kilogramos. Tardaba poco más de hora y media, exactamente 96,2 minutos, en dar la vuel-

ta a la Tierra y describía una órbita elíptica que alcanzaba su apogeo a una altura de 946 km y su perigeo a 227 km.

Embarcados en el mismo, contaba con instrumentos que durante 21 días enviaron información a la Tierra sobre diversos aspectos que interesaba conocer, tales como la radiación cósmica, meteoritos y sobre la densidad y temperatura de las capas superiores de la atmósfera. Al cabo de 57 días orbitando la Tierra, el satélite entró en la atmósfera terrestre y se destruyó por efecto del calor generado por rozamiento aerodinámico, como suele suceder en casi todos los casos en los que un satélite artificial o meteorito entra en la atmósfera terrestre a gran velocidad.

### El primer mensaje por satélite

En 1958, el presidente norteamericano Dwight D. Eisenhower grabó un mensaje de Navidad que fue transmitido desde el espacio gracias al proyecto SCORE, que lanzó el misil ICBM Atlas, siendo la primera vez que se transmitía voz humana desde el espacio.

### La NASA

El 2 de abril de 1958, el Gobierno norteamericano propuso la creación de una agencia civil que se encargaría del programa espacial estadounidense, ya que el 31 de enero de ese año Estados Unidos habían logrado lanzar al espacio exterior su primer satélite artificial, el *Explorer 1*. El 29 de julio de 1958 se aprobó la creación de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

### La primera transmisión de televisión entre EE. UU. y Europa

El 1 de julio de 1962 el *Telstar-1* retransmitió desde el espacio la primera señal de televisión en directo entre EE. UU. y Europa (una bandera norteamericana situada en la estación de Andover, Maine). La potencia de la retransmisión apenas alcanzó los 14 W, pero fue la primera y eso es lo que cuenta.

### ¿Qué se entiende por un sistema espacial?

Un sistema espacial es un conjunto de elementos situados en el espacio y en la Tierra que interactúan entre sí para garantizar una serie de aplicaciones y servicios.

En términos genéricos, pueden agruparse en dos grandes grupos denominados «segmento espacial» y «segmento terrestre».

El segmento espacial está integrado por uno o varios satélites (constelaciones), situados en una misma órbita o en varias.

Los satélites están constituidos, a su vez, por dos elementos principales: la «carga útil» (compuesta por diferentes instrumentos como equipos de telecomunicación, transpondedores, sensores o radares

en función de la misión que les sea asignada) y la «plataforma», la infraestructura del satélite, que incluye los sistemas que alimentan los equipos, el control de la órbita y la gestión de las órdenes que se reciben de la Tierra (seguimiento, teledatada, telemando y telecontrol).

El segmento tierra está constituido por los componentes que se encuentran en la Tierra y son responsables del control de los satélites y de su explotación. Consta de una serie de elementos como el centro de control, las estaciones terrenas y todos los medios de enlace para asegurar la conexión con el satélite.

Los diversos sistemas espaciales se diferencian según las facilidades que puedan ofrecer, clasificándose usualmente según distintas familias:

- Acceso al espacio (lanzadores).
- Comunicaciones.
- Geodesia.
- Meteorología.
- Navegación y posicionamiento (GNSS).
- Observación del espacio.
- Observación de la Tierra (EO).

## Sistemas de satélites

Una manera sencilla de diferenciar los diversos sistemas de satélites es por la altura a la que estos se encuentran orbitando. También es un factor clave para determinar cuántos satélites necesita un sistema para conseguir una cobertura mundial, ya que, a mayor altura, menor número de satélites, y la potencia que debe tener, tanto mayor cuanto mayor sea la distancia a la Tierra. Por tanto, dado un determinado ancho de haz de la antena del satélite, el área de cobertura del mismo será mucho menor si está en una órbita de poca altura que si está en otra de mayor altura. Sin embargo, la potencia necesaria para emitir desde un órbita baja es inferior a la necesitada en casos de mayor altura de la órbita.

## Órbitas satelitales

Los satélites, con independencia de los sistemas a que pertenezcan, pueden situarse en diferentes órbitas. Estas, dependiendo de su altitud, se clasifican utilizando cuatro términos básicos para describir las diversas altitudes: GEO, MEO, LEO y HALE.

### GEO, Órbita geosíncrona

Abreviatura de Órbita Terrestre Geosíncrona (de geo = Tierra + síncrono = a la misma velocidad). Los satélites GEO orbitan a 35.786 km sobre el Ecuador terrestre y, a esa altura, su periodo de rotación es exactamente de 24 horas. Por lo tanto, parecen estar siempre sobre el mismo lugar de la superficie del

planeta. Esta órbita se conoce como «órbita de Clarke», en honor al escritor Arthur C. Clarke, que en 1945 escribió por primera vez acerca de esta posibilidad.

Los GEO precisan tan solo de tres satélites para cubrir la totalidad de la superficie terrestre. Sin embargo, adolecen de un retraso (latencia) de 0,24 segundos, debido a la distancia que debe recorrer la señal desde la Tierra al satélite y viceversa. Además, los GEO necesitan obtener unas posiciones orbitales específicas alrededor del Ecuador para mantenerse lo suficientemente alejados unos de otros (unos 1.600 km o dos grados). La UIT y la FCC (en Estados Unidos) administran estas posiciones.

### **MEO, órbita media**

Los satélites MEO, de órbita terrestre media (*Medium Earth Orbit*), se encuentran a una altura comprendida entre los 10.000 y los 20.000 kilómetros. A diferencia de los GEO, su posición relativa respecto a la superficie terrestre no es fija y, al estar a una altitud menor, se necesita un número mayor de satélites para obtener cobertura mundial, aunque la latencia se reduce sustancialmente. En la actualidad no existen muchos satélites MEO, y se utilizan para posicionamiento.

### **LEO, órbita baja**

Las órbitas terrestres de baja altura prometen un ancho de banda extraordinario y una latencia reducida. Existen planes para lanzar cientos de satélites que abarcarán todo el planeta. Los LEO (*Low Earth Orbit*) orbitan generalmente por debajo de los 5.000 km, y la mayoría de ellos se encuentran mucho más abajo, entre los 600 y los 1.600 km. A tan baja altura, la latencia adquiere valores casi despreciables de unas pocas centésimas de segundo que no afectan a las comunicaciones.

Tres tipos de LEO manejan diferentes cantidades de ancho de banda. Los LEO pequeños están destinados a aplicaciones de bajo ancho de banda (de decenas a centenares de kbit/s), e incluyen sistemas como OrbComm. Los grandes LEO pueden manejar servicios de telefonía móvil y algo de transmisión de datos (de cientos a miles de kbit/s). Los LEO de banda ancha (también denominados megaLEO) operan en la franja de los Mbit/s y entre ellos se encuentran Teledesic, Celestri y SkyBridge.

### **HALE**

Las plataformas de gran altitud y resistencia son básicamente aeroplanos alimentados por energía solar o más ligeros que el aire, que se sostienen inmóviles sobre un punto de la superficie terrestre, a unos 21 km de altura. No se habla mucho de ellos y en la actualidad constituyen fundamentalmente un proyecto de investigación. Un ejemplo de HALE que utiliza globos estacionarios es Skystation.

### **Constelación de satélites**

Una constelación de satélites consiste en un grupo de satélites artificiales funcionando en conjunto, que se complementan para cubrir una zona de cobertura (habitualmente global), se operan bajo control compartido y se sincronizan en su funcionamiento.

Ejemplos de constelaciones de satélites son GPS, Galileo y GLONASS para servicios de radionavegación, o Iridium y Globalstar para telefonía por satélite.

## Vida útil del satélite

Los satélites no pueden estar orbitando continuamente, por tiempo indefinido, y el que pueda permanecer en órbita, antes de desintegrarse al caer a la Tierra, viene determinado por la cantidad de combustible que lleva para corregir su posición, ya que, debido a la fuerza de la gravedad, esta necesita ser compensada con impulsos de sus motores de propulsión cada cierto tiempo. De media oscila entre 10 y 15 años. También, en todo o en parte, pueden quedarse orbitando y constituyen la denominada «chatarra espacial», que está empezando a resultar peligrosa, pues los objetos en órbita podrían colisionar con ellos y sufrir graves daños.

## Paneles solares

Todos los satélites, además de su propias baterías, llevan unas placas solares (fotovoltaicas) situadas bien sobre el cuerpo del mismo o en unos paneles desplegables, para captar la energía del sol, convertirla en eléctrica y cargar las baterías de que dispone y que proporcionan la energía eléctrica necesaria para alimentar los circuitos electrónicos y otros dispositivos que hacen uso de ella para su funcionamiento. Estos paneles deben orientarse para recibir la máxima energía solar.

## ¿Cuántos satélites artificiales hay?

Se estima que, desde el lanzamiento del primer satélite en 1957 (el *Sputnik 1*), se han enviado al espacio más de 15.000. Actualmente, sin contar los de uso militar, existen activos más de 1.000 satélites, de los cuales alrededor de 400 están en la órbita geoestacionaria.

## Estaciones terrenas

Las estaciones terrenas (el seguimiento desde la Tierra) comprenden tres elementos básicos:

- El sistema de antena, donde se encuentra la antena propiamente dicha junto con el subsistema de iluminación, el preamplificador de recepción y los sistemas de seguimiento.
- Los equipos de telecomunicación, que tienen por función elaborar la corriente portadora a emitir al satélite y, por otra parte, seleccionar y demodular la portadora a recibir.
- La infraestructura permite asegurar el movimiento de seguimiento de la estación conocido como *tracking* y los sistemas de energía facilitan el funcionamiento del conjunto.

### **Panorámica de las comunicaciones por satélite**

Como en otros campos, el mundo de las comunicaciones por satélite se ha caracterizado por la existencia de un número limitado de grandes operadores junto con la presencia de consorcios internacionales como INTELSAT, INMARSAT y EUTELSAT, así como por su fuerte interrelación con el ámbito militar.

La tecnología digital se ha impuesto hoy día en la práctica totalidad de los sistemas de telecomunicaciones, habiendo existido un notable desarrollo de los sistemas de radiocomunicación para la transmisión directa de televisión y audio, comunicaciones móviles en banda estrecha y novedosos sistemas de comunicaciones fijas de banda ancha, utilizando tanto sistemas estacionarios como no estacionarios.

### **¿Qué es un satélite de comunicaciones?**

Un satélite es cualquier objeto que orbita o gira alrededor de otro objeto. Por ejemplo, la Luna es un satélite de Tierra, y la Tierra es un satélite del Sol.

Un satélite de comunicaciones es un repetidor electrónico ubicado en el espacio que recibe señales generadas en la Tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la Tierra o a otro satélite, aunque también existían satélites totalmente pasivos, sin amplificación.

Los satélites giran alrededor de la Tierra gracias a la fuerza de gravedad que ejerce; esta fuerza de gravedad hace que el satélite esté cayendo constantemente a la Tierra, pero como la superficie terrestre se curva y a la vez se aleja, el satélite nunca toca la superficie de la Tierra, orbitando siempre alrededor de nuestro planeta.

### **¿Cómo funciona un satélite de comunicaciones?**

Un satélite de comunicaciones funciona como una estación repetidora: las antenas receptoras del satélite recogen las señales transmitidas por las estaciones de tierra; se filtran las señales, se cambia su frecuencia y se las amplifica, y luego se las distribuye de vuelta a la Tierra a través de las antenas transmisoras. En algunos casos, primero se procesa la señal mediante ordenadores digitales a bordo del satélite, pero la mayoría de los satélites son transparentes, pues retransmiten la señal sin modificarla, ya que su función es simplemente suministrar la señal allí donde se necesita.

### **¿Cómo se desplazan las señales?**

Las señales las llevan las ondas portadoras, que se modulan mediante frecuencia, amplitud u otros métodos. Cada señal posee su propia frecuencia y ancho de banda. Cuanto mayor sea el ancho de banda, más información puede transportar la señal.

## El satélite, segmento espacial

Los satélites de comunicaciones actúan como estaciones retransmisoras en el espacio. Se utilizan para enviar mensajes desde una parte del mundo a otra. Estos mensajes pueden ser llamadas telefónicas, datos de Internet o imágenes de televisión.

Conforman este segmento el conjunto de satélites en órbita alrededor de la Tierra. En cada satélite se encuentran los equipos repetidores (llamados transpondedores), que reenvían la información tras amplificarla y procesarla (cambio de frecuencia para que no interfieran los enlaces ascendente y descendente).

### ¿Qué es la carga útil?

La carga útil (*payload*) es todo el instrumental que el satélite necesita para hacer su trabajo. Esto puede incluir antenas, cámaras, radar y electrónica. La carga útil es diferente para cada satélite. Por ejemplo, la carga útil para un satélite climático incluye cámaras para capturar imágenes de formaciones de nubes, mientras que para un satélite de comunicaciones incluye grandes antenas para transmitir a la Tierra señales de televisión o de telefonía, con múltiples canales.

### ¿Qué es el transportador?

El transportador (*bus*) es la parte del satélite que transporta al espacio la carga útil y todo su equipo. Mantiene todas las partes del satélite unidas y provee al artefacto espacial de energía eléctrica, computador y propulsión. También contiene el instrumental que permite al satélite comunicarse con la Tierra.

### ¿Qué son los sistemas VSAT?

Los sistemas VSAT son redes de comunicación por satélite que permiten el establecimiento de enlaces entre un gran número de estaciones remotas con antenas pequeñas, de ahí el nombre VSAT (*Very Small Aperture Terminals*), con una estación central generalmente conocida como *hub*.

Este tipo de sistemas se orienta a la transferencia de datos entre las unidades remotas y los centros de proceso conectados al *hub*. También son apropiadas para la distribución de señales de vídeo (televisión) y, en algunos casos, se utilizan para proporcionar servicios telefónicos entre las estaciones remotas y el *hub*.

### ¿Qué es la huella?

Los satélites de comunicaciones, por ejemplo los del tipo GEO, están en órbitas geoestacionarias o geosíncronas. Eso significa que el satélite permanece siempre sobre un punto de la Tierra. El área sobre la Tierra que este puede «ver» se llama *footprint* (huella) del satélite. Otros satélites, como los MEO y LEO, orbitan más bajo, por lo que su huella será menor que la de los GEO y, además, se irán trasladando conforme lo hace el satélite, en su dirección.

Dado un determinado ancho de haz de la antena del satélite, el área de cobertura del mismo será mucho menor estando en una órbita de poca altura que estando en otra de mayor altura. Sin embargo, como es lógico, la potencia necesaria para emitir desde un órbita baja es muy inferior a la necesitada en casos de mayor altura de la órbita.

### Diagramas de cobertura

Los diagramas que representan la cobertura ofrecida por un determinado satélite están formados por líneas elípticas cerradas en el centro o lugar de mayor concentración energética y se abren proporcionalmente ante la disminución de las señales.

Estas líneas «isométricas» nos indican el PIRE (Potencia Isotrópica Radiante Equivalente) o puntos de la geografía en los que se reciben las señales de un satélite con la misma intensidad, permitiéndonos conocer/calcular el diámetro de las antenas receptoras que será necesario para disponer de una buena señal.

### Sistemas no geoestacionarios

Estos satélites de telecomunicaciones se basan en la iniciativa GMPCS (*Global Mobile Personal Communications by Satellite*) que responde a los servicios de banda estrecha de primera generación y de banda ancha de segunda generación de constelaciones de satélites. Los más conocidos son el Sistema Iridium, Globalstar e ICO.

El sistema Iridium fue puesto en servicio por Motorola en noviembre de 1998 y consta de 66 satélites de órbita baja LEO, a 780 km de altura en trayectoria prácticamente polar. Los satélites tienen procesamiento y conmutación de la señal a bordo, y se comunican entre sí mediante canales de alta capacidad. Debido a dificultades financieras, se decidió interrumpir el servicio en el año 2000. Fue adquirido por otros grupos industriales y se relanzó años más tarde, aunque para prestar otros servicios.

Globalstar se diseñó para suministrar servicios móviles de telefonía dentro de la franja 69° norte y sur, y utiliza 45 satélites LEO a 1.410 km de altura.

El proyecto ICO consiste desde sus inicios en una constelación de 10 satélites en una órbita MEO a 10.335 km de altura y no procesa la señal ni la conmuta a bordo. El servicio está orientado a la transmisión de datos.

Además, existen otros proyectos LEO, como el Teledesic para conexiones de alta calidad con estaciones terrenas de bajo coste, y el Skybridge, para bucles locales inalámbricos de banda ancha.

### Sistemas geoestacionarios

Estos sistemas no se han considerado efectivos debido a su elevado tiempo de retardo de transmisión y cobertura limitada de la superficie terrestre; sin embargo, en la actualidad hay algunos sistemas operativos que operan en la banda Ka.

Dentro de estos sistemas se consideran los SuperGEO de telefonía móvil por satélite y los sistemas dedicados al suministro de servicios interactivos.

Dentro de SuperGEO se ha desarrollado el sistema Thuraya en los Emiratos Árabes, que da cobertura a 100 países tanto en Europa como en África y Oriente Medio. Dispone de una antena de 17 metros de diámetro y proporciona servicios de comunicación con terminales «duals» GSM y satélite.

Cabe citar para estos servicios interactivos los satélites de *Hispasat*, *Astra* y *Spaceway*.

## Puesta en órbita de un satélite GEO

La puesta en órbita de un satélite es una de las fases más críticas, y a veces suele fallar, dando al traste con la misión y resultando en la pérdida del satélite con toda su carga, lo que supone perder toda la inversión realizada y una demora en la misión de que se trate, ya que habrá que construir y lanzar otro satélite en su lugar.

La colocación en una órbita geosincrónica consiste, básicamente, en situar el satélite en una órbita de transferencia, inclinada y elíptica. Ello se realiza mediante la utilización de vehículos de lanzamiento de varias etapas. La inclinación viene determinada por las coordenadas de la base de lanzamientos y, la elipticidad, por la distancia de su apogeo, que debe coincidir con el radio de la órbita.

Las fases que suelen ser necesarias para colocar un satélite geoestacionario en su órbita preestablecida son cuatro:

1. Lanzamiento y puesta en órbita de aparcamiento.
2. Órbita de transferencia.
3. Encendido del motor de apogeo y órbita de deriva.
4. Órbita geoestacionaria.

## Hispasat

Hispasat es un operador de satélites de comunicaciones español que ofrece cobertura en América, Europa y el norte de África en las posiciones 30° Oeste, 61° Oeste y 29° Este. Constituido en 1989, su ámbito de acción se enmarca dentro de los servicios de comunicación de los sectores comercial y gubernamental (redes corporativas, servicios avanzados de telecomunicaciones, telefonía, videoconferencia, etc.).

A través de su potente flota de satélites, Hispasat distribuye más de 1.250 canales de televisión y radio y es un motor clave de la industria aeroespacial española.

El satélite *Hispasat 1C* se ubica en la posición orbital 30° Oeste. Tiene 24 transpondedores en banda Ku con capacidad para operar de manera flexible en enlaces ascendentes y descendentes en Europa y América. Lanzado el 3 de febrero de 2000, el *Hispasat 1C* proporciona servicios de radiodifusión direc-

ta, analógica o digital en Europa, distribución de canales de televisión analógicos o digitales tanto en Europa como en América y otros servicios de telecomunicaciones como redes corporativas, redes VSAT, Scada o aplicaciones en banda ancha.

El satélite *Hispasat 1D*, puesto en órbita en septiembre de 2002, se ubica en la ventana orbital 30° Oeste. Incorpora 28 transpondedores en banda Ku al sistema de satélites Hispasat, seis de ellos con conectividad americana y transatlántica. También tiene un haz sobre Oriente Próximo, lo que, mediante un doble salto, permite el acceso a los satélites asiáticos a nuestros clientes americanos y europeos (y viceversa), logrando prácticamente conectividad global.

El *Hispasat 1E* se lanzó al espacio en el cohete *Ariane 5* desde el Centro Espacial Europeo de la Guayana Francesa, en Kourou, en diciembre de 2010. Cuenta con 53 «transpondedores» simultáneos en banda Ku y capacidad en banda Ka. Su cobertura se extiende sobre Europa, Norte de África y América, con cobertura optimizada sobre la península Ibérica y las Islas.

Además de estos satélites, se dispone de otros, como los de la serie Amazonas. Hispasat, a través de su filial brasileña Hispamar, puso en órbita el 4 de agosto de 2004 el satélite *Amazonas 1*, que fue la piedra angular de la expansión geográfica en Latinoamérica. El *Amazonas 1*, con capacidad transatlántica y panamericana, da cobertura a todo el continente americano, Europa y el norte de África. Asimismo, permite complementar la cobertura del sistema Hispasat en el Oeste de Estados Unidos. El *Amazonas 4A* se lanzó al espacio por *Arianespace* el 22 marzo de 2014, siendo el último lanzado hasta el momento de redactar este capítulo.

### Centro de control Hispasat

El Segmento Terreno de Hispasat está formado por varios centros de control distribuidos entre Europa y América. Actualmente, desde los centros de control se gestionan satélites situados en posiciones orbitales a 30° O, 61° O y 29° E.

Los centros de control llevan a cabo el control orbital de los satélites, teniendo capacidad para operar satélites en configuración nominal y de emergencia. Entre otras funciones, se realiza la recepción de telemetría, el envío de telecomandos, el envío de tonos para localización (*ranging*), el cálculo de órbitas, la planificación y ejecución de operaciones y las pruebas en órbita. También realizan funciones de Centro de Operación de Redes.

La red del «segmento de terreno» está formada por cuatro centros de control (Arganda del Rey, Tres Cantos, Las Palmas y Flamenco) y otras estaciones terrenas con capacidad de telemetría y telecomando y monitorización de portadoras (Maspalomas, Guaratiba, Balcarce y México).

### Estaciones de seguimiento de satélites

En nuestro país existen varias estaciones para el seguimiento de satélites, la observación espacial y el estudio del espacio profundo, como por ejemplo las de Villafranca del Castillo, Buitrago del Lozoya, Gandullas, Cebreros, Robledo de Chavela, Maspalomas, etc., dependientes de la ESA (Agencia Espacial

Europea) y/o de la NASA, o del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) u otra entidad. Todas están dotadas de antenas parabólicas de gran tamaño para captar señales muy débiles.

Así, el INTA opera tres estaciones espaciales de seguimiento que constituyen nodos fundamentales en los programas espaciales de la ESA y la NASA. Desde las estaciones espaciales de seguimiento, propiedad del instituto u operadas por él al amparo de acuerdos internacionales, el INTA participa en proyectos de observación de la Tierra, seguimiento y control de vehículos espaciales, sistemas de alerta y salvamento, y observación y estudio del Sistema Solar y el espacio profundo.

## Recursos disponibles de órbitas y espectro

La provisión de servicios de comunicaciones por satélite necesita disponer de recursos orbitales y de espectro de frecuencias coordinadas a través de la UIT, quien garantiza el uso efectivo y eficiente de los recursos «órbita-espectro» a través del Reglamento de Radiocomunicaciones que se revisa periódicamente en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones. Estos recursos no pueden resolverse únicamente por medios técnicos, ya que, en definitiva, representan «tecnología, industria, dinero, cultura y poder» como ha reconocido el jurista J. D. Bedin.

Las bandas de frecuencia se asignan según directrices estándar fijadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), dependiendo del servicio que se vaya a prestar, y los operadores deben mantenerse coordinados entre sí para evitar interferencia alguna entre los satélites.

Estas normativas son válidas tanto para los satélites «no estacionarios» como para los «estacionarios».

## Bandas de frecuencias satelitales

Los nombres dados a las distintas bandas de microondas (*C*, *L*, *S*, *Ka*, *Ku*, etc.) se eligieron en clave, durante la segunda guerra mundial, para no dar pistas a los adversarios de los aliados en cuanto a las frecuencias que se utilizaban en cada una.

Los satélites comerciales funcionan, casi exclusivamente, en tres bandas de frecuencias llamadas *C*, *Ku* y *Ka*. La mayoría de emisiones de televisión por satélite se realizan en la banda *Ku*.

### La banda *C*

En esta banda, las frecuencias se corresponden con 6/4 GHz. Es la que utiliza, por ejemplo, INTELSAT. Presenta la ventaja de ser poco susceptible a interrupciones por la lluvia, y los inconvenientes de «banda congestionada» (compartida con microondas terrestres), además de un mayor tamaño de las antenas receptoras debido al bajo nivel de PIRE del satélite y al bajo espaciado entre satélites, de dos grados (2°).

### La banda *Ku*

Rango de frecuencias: 14/12 GHz (enlace ascendente/descendente). Presenta la ventaja de emplear longitudes de onda medias que traspasan la mayoría de obstáculos y transportan una gran cantidad de datos. Como inconveniente, hay que decir que la mayoría de las ubicaciones están adjudicadas.

### La banda *Ka*

Para el desarrollo de las comunicaciones globales vía satélite, la Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la UIT de 1995 y 1997 designaron la banda en frecuencias 30/20 GHz, que se conoce como banda *Ka*.

Esta banda dispone de subbandas para las distintas aplicaciones, como los servicios fijos NGSO/FS (*Non-Geostationary Satellite Orbit/Fixed-satellite Service*).

### ¿Y la banda *L*?

La banda de frecuencia *L* se utiliza para comunicaciones entre satélites y terminales y corresponde a 1,5/2,7 GHz. Como ventaja presenta una gran longitud de onda, por lo que puede penetrar a través de las estructuras terrestres; precisa transmisores de menor potencia. Inconveniente: poca capacidad de transmisión de datos.

## La Agencia Espacial Europea

La ESA (*European Spatial Agency*) es una organización creada en 1975 con objeto de promover la cooperación espacial entre los estados miembros de la Unión para fines exclusivamente pacíficos. Este mandato ha permitido desarrollar misiones científicas y desarrollar el uso del espacio para aplicaciones que van desde la meteorología a las telecomunicaciones, pasando por la observación de la Tierra y la navegación por satélite.

Sus primeras investigaciones pasaron por el desarrollo del sistema OTS (*Orbital Test Satellite*), que se lanzó con éxito en 1978.

Sucesivamente se lanzaron cuatro satélites ECS (*European Communications Satellite*) y dos satélites MAREC para comunicaciones móviles, que fueron el inicio de la creación de las organizaciones EUTELSAT e INMARSAT.

En la década de 1980 se desarrolló el satélite multiemisión OLYMPUS para demostraciones tecnológicas, que fue puesto en servicio en 1989. Sucesivamente, se han ido desarrollando otros sistemas como el ARTEMIS y el EGNOS y, recientemente, el proyecto GALILEO.

## La navegación por satélite

Un sistema de navegación por satélite SNS (*Satellite Navigation System*) permite garantizar los desplazamientos de móviles o personas a través de sistemas de navegación. Está constituido por tres segmentos esenciales:

- El segmento espacial, compuesto por los satélites encargados de generar y transmitir las señales desde órbitas no geoestacionarias que sobrevuelan todos los puntos de la superficie terrestre.
- El segmento de control, constituido por las estaciones terrenas de seguimiento, permite determinar los parámetros orbitales con precisión a partir de las señales transmitidas por los satélites.
- El segmento de usuario, que representa los equipos de a bordo que, básicamente, consisten en un receptor para obtener los datos orbitales y un procesador para el cálculo de la posición. También corrige los errores generados por la propagación, el movimiento de la nave o cualquier otro fenómeno perturbador.

## ¿Qué es el sistema GPS?

GPS (*Global Positioning System*) es un sistema de navegación que usa 24 satélites en una órbita media de 20.000 km de altura y periodo de revolución de 12 horas que fue aprobado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en 1973 para uso militar, pero que más tarde fue adoptado para usos civiles.

El funcionamiento básico del GPS consiste en la medida simultánea de la distancia de un objeto a varios satélites cuya posición se estima modulando las señales que envían permanentemente. El sistema permite establecer al menos cuatro ecuaciones que permiten obtener la latitud, longitud y altitud del receptor.

## ¿Y el sistema Galileo?

Galileo es una iniciativa europea de un sistema de navegación concebido con una filosofía similar a la del GPS que utiliza cuatro señales de navegación y un transpondedor para servicios de salvamento junto con un sistema de optimización de órbitas que permite mantener la precisión hasta los 70° N. Sin embargo, está diseñado con criterios estrictamente civiles y permite la compatibilidad con los sistemas GPS y GLONASS.

## Navegación aérea y marítima

Las telecomunicaciones aeronáuticas, vía terrestre o por satélite, principalmente geoestacionarias (sistema de satélites INMARSAT), proporcionan a la navegación aérea las comunicaciones y radioayudas necesarias para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional.

En la navegación marítima también suelen usarse, las comunicaciones por satélite a pesar de su elevado coste, ya que, en medio del océano, las distancias son enormes y no hay otra posibilidad.

### Radiobalizas

Las radiobalizas, unos elementos esenciales para las funciones de localización y salvamento, son la interfaz del COSPAS-SARSAT, el sistema internacional de satélites de búsqueda y salvamento (SAR). Cuando se activa, dichas radiobalizas envían una señal de socorro que, si no es detectada por los satélites geostacionarios, se puede localizar por triangulación.

La utilización de satélites para detectar y localizar radiobalizas especiales, activadas tanto manual como automáticamente por un avión caído o una situación de peligro marítima, reduce el tiempo requerido para alertar a las autoridades y para una localización final del lugar del siniestro por el equipo de rescate.

### COSPAS-SARSAT

SARSAT es un sistema de comunicaciones por satélite utilizado en comunicaciones de búsqueda y socorro, desarrollado por EE. UU., Canadá y Francia. Estos satélites, que se empezaron a poner en órbita en la década de 1970, pueden identificar la posición desde la que emite una radiobaliza de socorro con una aproximación de 200 metros a la redonda, suficiente para centrar la búsqueda en un área de radio pequeño. Cuando una radiobaliza emite su señal de socorro, esta es recibida por el satélite en órbita sobre la tierra y este, a su vez, emite una señal al centro de seguimiento de satélites, indicando las coordenadas precisas a la estación que está en tierra.

Por otra parte, la hoy extinta Unión Soviética puso en funcionamiento un sistema parecido conocido como COSPAS que, finalmente, se integró con SARSAT, dando lugar al sistema conjunto denominado COSPAS-SARSAT. Desde 1984, el sistema está totalmente operativo y funciona en la frecuencia de 406 MHz, aunque todavía es capaz de escuchar en la antigua frecuencia internacional de socorro de 121,5 MHz, para mantener la compatibilidad con los antiguos dispositivos aún en uso.

### Primeras palabras desde la Luna

Las primeras palabras desde la base de la Tranquilidad, en la Luna (21 de julio de 1969) a Houston fueron: «*Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed*» ('Houston, aquí base Tranquilidad. *The Eagle* ha aterrizado'). Luego puso un pie (el izquierdo, para no estropear la serie de sellos conmemorativos) sobre la superficie de la Luna y pronunció las famosas palabras: «Es un pequeño paso para el hombre, pero un gran salto para la humanidad».

Con motivo del cultivo de la primera lechuga en la Estación Espacial Internacional en agosto de 2015, esta frase ha sido adaptada a «Es un pequeño bocado para el hombre, pero un gran paso para la NASA», de cara a futuras exploraciones espaciales.

## Videoconferencia por satélite

Los sistemas de videoconferencia integran equipos de vídeo y audio de alta tecnología que permiten celebrar reuniones a distancia de la propia oficina, en un ambiente similar al que se disfruta en una reunión presencial y con potentes herramientas de trabajo complementarias (lectores de documentos, intercambio de ficheros, etc.).

La utilización del satélite como medio de transmisión permite independizar completamente el servicio de la red terrestre, consiguiendo el acceso inmediato en el área de cobertura, así como una fiabilidad de la comunicación superior a la red terrestre, permitiendo enlazar cualquier lugar del mundo con otro.

## Televisión por satélite

La televisión digital vía satélite es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla a una amplia zona geográfica por medio de satélites de comunicaciones. Contrasta, por tanto, con la televisión terrestre, cuyas ondas no salen de la atmósfera, o la televisión por cable, basada en la transmisión a través de redes de fibra óptica y cable coaxial.

En muchos países es habitual recibir las emisiones de televisión por satélite, en lugar de por vía terrestre o por cable/fibra óptica, no tanto en España, pero sí en otros como Estados Unidos y algunos europeos. Para recibir la señal se requiere una antena parabólica y un decodificador de la señal. Algunas de estas emisiones son de pago, pero otras muchas son de libre acceso. Basta con reorientar la antena al satélite adecuado para captar las señales de las distintas cadenas de televisión.

## **DBS. Direct Broadcast Satellite**

Servicio de radiodifusión por satélite de la señal de vídeo, audio y datos sobre una extensa zona predefinida, permitiendo la recepción con terminales de pequeño diámetro (menor de un metro de diámetro). La instalación unifamiliar consta de antena, alimentador, convertidor de bandas y una unidad interior que hace las funciones de demodulador de FI (Frecuencia Intermedia) del canal deseado y modulador de RF (Radio Frecuencia) en un nuevo canal.

## ¿Qué pasaría si los satélites se apagasen?

Si, por alguna circunstancia, los satélites en órbita se apagasen, el impacto en la vida cotidiana sería enorme, dada la gran dependencia que tiene el mundo moderno de las comunicaciones espaciales, además de todas las aplicaciones militares que los necesitan: comunicaciones, televisión, localización, predicciones meteorológicas, detección de catástrofes naturales, etc.

Así, conforme se termina su vida útil, son reemplazados por otros en activo que realizan sus funciones y otras más con mayor eficacia, pues son más modernos.

### El primer paseo espacial

Alexei Leonov fue el primer astronauta en dar un paseo por el espacio en 1965. Cuentan las crónicas que, tras 12 minutos de majestuosa visión, el ruso volvió a la *Voskhod 2* hinchado como un muñeco Michelin. Pero no fue por orgullo: «su traje espacial se había inflado por el vacío del espacio y no cabía por la puerta. Vacío el aire, y a renglón seguido, la escotilla no cerraba. Al regresar a la Tierra, los retro-pulsos fallaron. Al final, aterrizaron a kilómetros del lugar previsto, en la cordillera de los Urales. Cayeron encima de un árbol, donde pasaron toda la noche rodeados de lobos».

### Mars Climate Orbiter

*Mars Climate Orbiter* fue una sonda de la NASA lanzada desde Cabo Cañaveral (EE. UU.) el 11 de diciembre de 1998 que llegó a Marte el 23 de septiembre de 1999, después de un viaje de 9 meses y medio. Acabó estrellándose en Marte porque, por un error, la NASA no tradujo kilómetros a millas.

### Opportunity

*Opportunity* es un robot *rover* activo en el planeta Marte desde 2004, el segundo de los dos vehículos robóticos de la NASA que aterrizaron con éxito en el planeta. Los *rovers*, de 1.5 metros y 172 kilogramos, están equipados con una variedad de cámaras e instrumentos usados para analizar rocas y suelo marcianos, y sus hallazgos han ayudado a convencer a la NASA de que Marte alguna vez tuvo agua en su superficie.

### Voyager

Se denomina *Voyager* a cualquiera de las dos sondas espaciales estadounidenses enviadas a los planetas exteriores. La *Voyager I* fue lanzada el 5 de septiembre de 1977 desde Cabo Cañaveral. Esta antigua nave espacial aún nos sigue mandando señales después de atravesar la frontera del Sistema Solar y tras 37 años de su lanzamiento.

### El Centro de Astrobiología

Es el primer centro de investigación no estadounidense asociado al NASA Astrobiology Institute, con sede en Torrejón de Ardoz, Madrid, creado en la década de 1990 con objeto de estudiar el origen de la vida.

### El origen de la vida

Las teorías científicas confirman que la vida aparece en un planeta cuando la evolución del universo es de tal manera que, a partir de moléculas inorgánicas, puede producirse un proceso de aparición de microorganismos muy simples que evolucionan de forma compleja en moléculas de proteínas y cadenas de DNA, en paralelo con la evolución del planeta. Estas teorías justifican las misiones de exploración planetaria que se iniciaron en la década de 1960 con la nave *Viking*.

## La Estación Espacial Internacional

Entre los satélites artificiales fabricados, se encuentran algún caso tripulado, como la actual Estación Espacial Internacional (ISS) que orbita a 380 km de altitud, de 108 metros de largo y 88 metros de ancho y también hay otros muchos satélites que orbitan alrededor de otros cuerpos celestes: el Sol, la Luna, etc.

En febrero de 1986 se puso en órbita el módulo central de la estación espacial MIR, la que con el tiempo se convertiría en la primera estación internacional de la historia.

## SOHO

*SOHO* (*Solar and Heliospheric Observatory*) es una sonda espacial lanzada el 2 de diciembre de 1995 para estudiar el Sol que comenzó sus operaciones científicas en mayo de 1996. Es un proyecto conjunto entre la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) de Estados Unidos.

## En busca del cometa perdido

*Philae* es el nombre del módulo de aterrizaje (de unos 100 kg de peso) de la sonda espacial *Rosetta* desarrollada por la Agencia Espacial Europea (ESA), que el 12 de noviembre de 2014, tras un viaje de más de 6.400 millones de kilómetros por los confines del sistema solar de 10 años de duración y un coste de 1.300 millones de euros se desprendió de la misma y descendió sobre el cometa 67P/Churiu-mov-Guerasimenko, situado a unos 500 millones de kilómetros de la Tierra, una distancia que ha de recorrer la señal radioeléctrica antes de recibir los datos que envíe en la base terrestre.

## La sonda *New Horizons* llega a Plutón

El 19 de junio de 2006, la sonda *New Horizons* de la NASA abandonaba la Tierra desde Cabo Cañaveral (Florida, EE. UU.) para emprender un viaje de casi una década en busca de Plutón, planeta enano, a cuya órbita se aproximó a mediados de julio de 2015, en un evento histórico, después de un viaje de casi 6.000 millones de kilómetros, y mandó a la Tierra impresionantes fotografías del planeta enano Plutón y su luna más grande, Caronte.

Como curiosidad, para esta sonda la NASA optó por usar el mismo procesador que se usó en el modelo original de la consola de videojuegos PlayStation lanzada en 1994 en Japón; eso sí, una versión mejorada capaz de soportar la radiación. Por su parte, la sonda porta una cámara digital de nueve kilos que capta imágenes monocromáticas de alta resolución de 1.024 x 1.024 píxeles.

## *Philae* despierta tras siete meses

De forma inesperada, cuando solo los más optimistas lo creían factible, en julio de 2015, el pequeño módulo *Philae* despertó tras siete meses de hibernación en la superficie del cometa 67P/Churyumov-

Gerasimenko y se comunicó con la Tierra a través de la nave *Rosetta*, en órbita a unos 20 km del cometa, según informó la Agencia Espacial Europea (ESA) una vez que el dispositivo pudo recargar sus baterías con los paneles solares instalados. Concretamente, *Philae* envió durante poco más de un minuto unos 300 paquetes de datos que fueron recibidos en el centro de control de la ESA en Darmstadt (Alemania).

### Observación de la Tierra

La tecnología espacial es muy importante, no solo para la exploración del espacio exterior, sino para la observación de nuestro propio planeta, la Tierra, mediante imágenes que muestren diversos aspectos de la misma y ayuden a la observación de distintos ecosistemas, a la predicción meteorológica y a la prevención de desastres naturales, por ejemplo. El servicio de exploración de la Tierra por satélite apoya así a multitud de disciplinas que estudian la superficie y la atmósfera terrestre, desde el punto de vista físico, químico y biológico.

Casi todos nosotros estamos familiarizados con el uso de los satélites de comunicaciones para la transmisión de señales de TV y llamadas telefónicas, así como con los sistemas de navegación satelitales (tales como los que se usan en automóviles y aviones, GPS es el más conocido), pero además los satélites nos ayudan a comprender y cuidar nuestro planeta. Los satélites en órbita terrestre estudian los océanos, la atmósfera, las nubes, el tiempo, las selvas subtropicales, los bosques, los desiertos, las ciudades, los glaciares y casi todo lo que está sobre la superficie terrestre e incluso debajo de ella.

Por otra parte, algunas partes remotas del planeta solamente se pueden vigilar desde el espacio. Las imágenes satelitales frecuentes de una zona forestal pueden mostrar la rapidez como evoluciona, crece o se reduce. Las fotos de los polos tomadas desde el espacio nos permiten seguir el derretimiento de los glaciares, que es un importante indicador del calentamiento global y de la posible inundación de las regiones costeras en un futuro.

Para que esto sea posible, los satélites que estudian la Tierra cuentan, además de cámaras de gran resolución, con instrumentos especiales, sensores activos y pasivos, trabajando a distintas frecuencias y que miden el espectro no visible, como el infrarrojo o el ultravioleta, capaces de revelar información importante, tal como la altura de los océanos en toda la Tierra y la velocidad del viento. Otros instrumentos pueden medir la altura y el espesor de las nubes y cuánta agua contienen, algo que es esencial para la predicción meteorológica y la prevención de catástrofes naturales. Así, en la actualidad se utilizan tecnologías de radiocomunicaciones para medir más de 40 variables relacionadas con el medio ambiente y con fenómenos naturales.

A modo de ejemplo, cabe mencionar la red GEOSS (Group on Earth Observations) que se apoya en la recolección de datos tanto en Tierra (superficie terrestre y marítima) como desde satélites, empleando diversas tecnologías para ello, que son procesados por un elevado número de estaciones y distribuidos a escala mundial para su conocimiento y utilización.

## El futuro de la tecnología espacial

Desde que se iniciaran las actividades espaciales en la década de 1950, la tecnología espacial ha ido tomando más protagonismo, convirtiéndose en un elemento dinamizador de la economía mundial.

Las telecomunicaciones por satélite han eliminado las barreras entre los continentes, facilitando la difusión de la información y la cultura.

Los satélites meteorológicos son imprescindibles para el transporte y la predicción de las catástrofes naturales.

La navegación por satélite (*SNS/Satellite Navegation System*) está totalmente integrada en los *smartphones* y en los vehículos.

Desde la década de 1980, la tecnología espacial ha aumentado de forma exponencial su nivel de desarrollo y ha servido de apoyo a la investigación en otros sectores de actividad.

De cara al futuro, el reto es hacer todavía más accesible el espacio a las nuevas tecnologías, tales como la miniaturización, la obtención de energía orbital, los nuevos sistemas de comunicaciones por láser o la teledetección de alta resolución.

facebook

twitt

;) tuenti

Linked in

tum



Pinter

Quora

foursquare

## Mundo Internet

*De los mensajes a las redes sociales*



### Introducción

«Internet ha revolucionado el mundo, la industria informática, la de las telecomunicaciones, la de la música y la industria editorial como ningún otro invento lo ha hecho.»

Así comienza la obra monumental *Cómo creamos Internet*, del español Andreu Veà publicada en 2013.

Por primera vez, la búsqueda de un contenido se independiza de la ubicación geográfica del mismo. El vasto conocimiento que contiene Internet se basa en el conjunto de información que existe en organizaciones científicas, académicas o institucionales sin ánimo de lucro gracias a la evolución de las «tecnologías telemáticas», neologismo introducido por el ingeniero español Luis Galán en 1977.

Como toda leyenda, sus orígenes son un tanto confusos, pero con un innegable porvenir dada su penetración exponencial en la sociedad actual y la evolución hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Buscando los orígenes de Internet, debemos referirnos a otro gran español, Manuel Castell, y a su libro *La Galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*, publicado en 2001.

Esta tecnología, claramente disruptiva, hay que situarla con el desarrollo de la red ARPANET, una red desarrollada por ARPA (*Advanced Reserch Projects Agency*) en 1958, para disponer de recursos que permitieran alcanzar la superioridad tecnológica militar soviética que acababa de lanzar el *Sputnik* en 1957.

El programa ARPANET había surgido de uno de los departamentos de ARPA llamado IPTO (*Information Processing Techniques Office*), que tenía la misión de desarrollar la informática interactiva basada en la conmutación de paquetes (*packet swtiching*) que había avanzado paralelamente en Estados unidos y Gran Bretaña.

El diseño de esta red era una propuesta de la Rand Corporation al Departamento de Defensa de EE. UU. para desarrollar un sistema de comunicaciones militares capaz de sobrevivir a un ataque nuclear.

En 1969, los primeros nodos de esa red se ubicaron en la Universidad de California y en la Universidad de Utha (EE. UU.). El paso siguiente fue la posibilidad de conectar ARPANET a otras redes de ordenadores gestionadas por ellos, como PRnet y SATnet, lo que implicaba el desarrollo de unos protocolos de comunicación estandarizados llamados TCP (*Transmission Control Protocol*) desarrollados por Vint Cerf y Robert Kahn desde la Universidad de Stanford.



Figura 7.2 World Wide Web



Posteriormente se incorporaron otros desarrollos que permitieron la distribución de imágenes por medio de la empresa Mosaic Communications, la cual, por conflictos comerciales, pasó a llamarse Netscape Communications, y en 1994 puso en la red el primer navegador comercial. Tras el éxito de Netscape, en 1995 Microsoft incluyó en su programa operativo Windows 95 el navegador Internet Explorer, y ese mismo año Sun Microsystems diseñó el lenguaje de programación Java, que permite la programación de las aplicaciones, las famosas *apps*. Hoy en día, otros navegadores, como Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera o Safari son los más utilizados.

Figura 7.3 Navegadores populares para Internet



Figura 7.4 Logos de diversas redes sociales



Gracias a ellas podemos explicar los fenómenos actuales denominados «Redes Sociales», con Facebook y LinkedIn como sus principales referentes, la primera a nivel particular y la segunda profesional; las descargas P2P (*Peer to Peer*) tanto de *software* como de canciones, películas, etc.; y los vídeos (YouTube) y fotos (Flickr) en la red.

## La era de la información

«Todo nuestro conocimiento nos acerca a nuestra ignorancia.  
 Toda nuestra ignorancia nos acerca a la muerte.  
 Pero la cercanía de la muerte nos acerca a Dios.  
 ¿Dónde está la vida que hemos perdido viviendo?  
 ¿Dónde está la sabiduría que hemos perdido en conocimiento?  
 ¿Dónde está el conocimiento que hemos perdido en información?»

T. S. ELIOT

## Cronología de Internet

Los hitos más significativos que se han sucedido a lo largo de la ya no tan corta historia de Internet y las redes que la precedieron han sido los siguientes:

- 1957. La URSS lanza su primer satélite, el *Sputnik*; ese mismo año, Estados Unidos crea ARPA.
- 1962. Se edita el libro de Paul Baran sobre las redes de comunicación distribuidas, donde se describen las redes de conmutación de paquetes.

- 1967. En la Universidad de Michigan (EE. UU.), un equipo de investigadores de ARPA propone el primer plan sobre las redes de conmutación de paquetes.
- 1969. Nace ARPANET, red pionera de larga distancia, creada por el Departamento de Defensa de EE. UU. para investigar las nuevas teorías de redes.
- 1970. Los servidores de ARPANET comienzan a usar el protocolo NCP para la transferencia de datos y se empieza a utilizar el FTP.
- 1971. Raymond S. Tomlinson, de BBN, crea el primer programa de correo electrónico bajo red distribuida, con la adopción de convenciones de gran popularidad, como la incorporación de la «@» en las direcciones.
- 1975. Cerf y Kahn define el protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) para la intercomunicación en redes de paquetes, BBN inaugura la versión comercial de ARPANET y 62 servidores funcionan a favor de las redes.
- 1976. Los laboratorios Bell desarrollan un programa que se procesaba en el sistema UNIX para enviar archivos de un sistema a otro igual a través de la línea telefónica.
- 1982. Los protocolos TCP/IP se convierten en el lenguaje oficial de Internet y se definen por primera vez los gusanos (errores) de redes.
- 1983. La red cuenta con 235 servidores a nivel mundial, la Universidad de Wisconsin inicia un programa para la asignación de nombres para los servidores, y Berkeley lanza el sistema operativo UNIX, que incorpora las herramientas necesarias para el tratamiento de los protocolos TCP/IP.
- 1984. Se publican las RFC correspondientes a las especificaciones DNS (Sistema de Nombres de Dominio) y el número de servidores llega a 1.000.
- 1986. El control de la red pasa de DARPA a NSF (*National Science Foundation*).
- 1989. Aparece la propuesta de WWW en el CERN para que los científicos publiquen documentos de hipertexto por Internet.
- 1993. El mundo financiero y empresarial se interna en los servicios de Internet para hacer negocios y a partir de ahí se produce el *boom* de Internet, con la aparición de varios navegadores (*browsers*).
- 1998. Se alcanza el dominio 2.000.000 y se consolida el comercio electrónico.
- 2000. Se alcanzan 400 millones de usuarios (5 millones en España) y el virus *I Love You* causa estragos en miles de ordenadores por todo el mundo.
- 2009. El dominio «.es» cumple 20 años, con 1,2 millones de dominios registrados.
- 2014. La red llega a 2.500 millones en todo el mundo (más de 25 millones en España). Los dominios «.es» superan los 1,7 millones, y representan 1 de cada 2 dominios de Internet de cuantos existen en nuestro país.
- 2015. Según un estudio de International Data Corporation (IDC), los usuarios de Internet llegarán a los 3.200 millones en 2016, lo que equivale al 44 % de la población y, de esta cifra, 2.000 millones de usuarios lo harán a través del móvil. ¡Estas cifras se han visto superadas!

## La Guerra Fría

Es curioso saber cómo una gran parte de los inventos de los que hoy disfrutamos se deben a la investigación realizada con fines militares. En la actualidad, todos utilizamos Internet, pero para muchos es un misterio cuándo comenzó a gestarse. Se puede decir que Internet nació gracias a la época de la Guerra Fría mantenida entre soviéticos y americanos a lo largo de muchos años.

A finales de la década de 1950, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA), que se inició en el Departamento de Defensa de Estados Unidos, comenzó a investigar los campos de ciencia y tecnología militar. La idea era desarrollar un sistema militar de comunicaciones en red con el objetivo de interconectar ordenadores que pudieran seguir funcionando incluso después de un ataque bélico —con misiles nucleares— que inutilizara parte de los enlaces de comunicaciones, algo muy probable, pues, hasta entonces, los grandes sistemas eran del tipo centralizado.

## Los primeros pasos

Hace ya casi cincuenta años, en octubre de 1967, se presentó en el congreso de la ACM (*Association for Computing Machinery*) el primer plan sobre las redes de conmutación de paquetes, algo muy novedoso en aquellos momentos, un estudio que detallaba una serie de documentos que describen el conjunto de protocolos de Internet y experimentos de características similares. Este hecho llevó a que, en 1969, Bolt, Beranek y Newman (BBN) diseñaran y desarrollaran para la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA) lo que habría de ser el embrión de Internet.

## ¿Qué fue la red ARPANET?

ARPANET se inició en la década de 1960 con objeto de crear una red de comunicación entre ordenadores, basada en la conmutación de paquetes, que permitiese dividir la información en pequeños paquetes a los que se les asignaba una dirección de origen y otra de destino, para que pudieran seguir una determinada ruta, de manera similar a como lo hace una carta que se echa al correo, que contiene destinatario y remitente.

En 1962, uno de los responsables de este proyecto, el Dr. Licklider, consiguió que esta tecnología llegara implantarse en varias universidades como una forma de mantener interconectados la mayoría de los centros de estudios superiores del país. A finales de la década de 1960, se llegó a la teoría de que la interconexión de ordenadores era posible a través de las redes telefónicas existentes, mediante el empleo de módems y la modulación/remodelación de las señales.

En 1964, el investigador de la compañía americana RAND Corporation, Paul Baran, y años después el británico Donald Davis, del Laboratorio Físico Nacional, pusieron en funcionamiento un conmutador de paquetes. Gracias a esos esfuerzos, a finales de la década, se puso en marcha la red ARPANET y se demostró la viabilidad de una red capaz de conectar diferentes ordenadores con distintos sistemas operativos.

### Los padres de Internet

Según se puede leer en un artículo de Daniel Villalobos, publicado en octubre de 2014, «¿Quiénes fueron los padres de Internet?» y que reproducimos en parte aquí, podemos ver que, según menciona, el 29 de octubre de 1969 sucedió algo que cambiaría el rumbo de la humanidad. Ese día, un equipo de científicos que incluían al graduado Vinton Cerf, Robert Kahn y al profesor Leonard Kleinrock, transmitió el que sería el primer mensaje entre dos ordenadores separados varios kilómetros. Ese fue el comienzo de lo que ahora conocemos como Internet.

Es difícil definir quiénes fueron los «padres de la Internet» pero, sin duda, recordamos a estos personajes que marcaron la historia con sus aportes específicos y que ayudaron a construir la «Red de Redes», que conecta a más de tres mil millones de personas a nivel global en la actualidad (mediados del año 2016).

#### Vinton Cerf

Cerf empezó su trabajo en DARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa), donde jugó un papel clave en la conducción del desarrollo de tecnologías de Internet y paquetes de datos relacionados con esta red y su seguridad.

#### Robert Kahn

Robert Kahn formó parte del desarrollo de los protocolos TCP/IP y fue responsable de la creación del programa de Internet para DARPA. Kahn demostró la ARPANET mediante la conexión de veinte equipos diferentes en la Conferencia de Comunicación Computacional Internacional, recalcando la importancia de la tecnología de conmutación de paquetes. Fue director de la Oficina de Técnicas de Procesamiento de Información en DARPA y bajo ese cargo inició el multimillonario Programa de Computación Estratégica del Gobierno de Estados Unidos, el mayor programa de investigación y desarrollo jamás emprendido por el gobierno federal.

#### Leonard Kleinrock

El Dr. Leonard Kleinrock fue pionero en la teoría matemática de redes de paquetes, que sustenta Internet. Por su enorme contribución a la comprensión del poder de las redes de paquetes, recibió el premio Charles Stark Draper, junto con Cerf, Kahn, y Roberts. Es uno de los desarrolladores de ARPANET. En septiembre de 1969, su computadora, en un laboratorio de la UCLA (Universidad de California, Los Ángeles), se convirtió en el primer nodo de ARPANET.

#### Lawrence Roberts

El Dr. Lawrence Roberts diseñó y gestionó ARPANET, la primera red de paquetes precursora de Internet. En 1967 se convirtió en el científico líder de ARPA, asumiendo la tarea de diseñar, financiar y di-

rigir el nuevo concepto de red de comunicaciones de conmutación de paquetes. Desde entonces, el Dr. Roberts fundó cinco nuevas empresas: Telenet, NetExpress, ATM Systems, Caspian Networks, y Anagran.

## Timothy Berners-Lee

En 1989, mientras trabajaba para el CERN en Ginebra (Suiza), el británico Timothy Berners-Lee inventó la WWW (*World Wide Web*), definida como el sistema de distribución de documentos de hipertexto o hipermedios interconectados y accesibles vía Internet. La red se concibió y desarrolló para satisfacer la demanda de intercambio automático de información entre los científicos de las universidades e institutos de todo el mundo. El primer sitio web en el CERN se dedicó al propio proyecto que originó la *World Wide Web*, alojado en la computadora NeXT de Berners-Lee.

## La «telaraña» mundial

Se le llama *web* ('telaraña', en español), o WWW, por las conexiones que se hacen entre los archivos que existen en ella, que da la sensación de estar formando una gran telaraña que enlaza todos los documentos publicados en Internet. Cada fichero es identificado por un URL (*Universal Resource Locator*), localizador universal de recursos, que se encarga de especificar la dirección de Internet.

## Direccionamiento URL

El direccionamiento URL sirve para nombrar la localización de la información a la que queremos acceder por Internet, mediante un navegador, a través de un sistema estándar de caracteres. Cada recurso de información en la red tiene una URL única. Con esta dirección, el navegador puede acceder a la página concreta y nos la muestra en nuestro ordenador, tableta o *smartphone*.

Las páginas web pueden alojar información de todo tipo y contener texto, vídeo, imágenes, sonidos o diferentes aplicaciones. Para encontrar los datos deseados, si no se conoce la URL, haremos uso de los servidores de búsqueda o buscadores, de los cuales el más conocido y utilizado mundialmente es Google.

## La primera red Internet

La primera red Internet fue diseñada y construida en los laboratorios de Xerox PARC (*Palo Alto Research Center*) en 1975. Tenía cerca de 5.000 usuarios dispersos por diversas universidades, administraciones y Xerox.

Consistía en un ordenador personal que incluía servidores conectados a través de la red ARPANET y la red de paquetes SRI, pero no disponía de la red, de los navegadores ni de los motores de búsqueda actuales.

«Internet es el reflejo del mundo que nos rodea.»

Stephen WOLFF (uno de los padres de Internet que llevó esta tecnología al ámbito público).

### Protocolo TCP/IP

Es el protocolo que se usa en Internet. Consiste en la combinación de dos protocolos: el protocolo TCP, que permite asegurar que los paquetes lleguen al destinatario de manera segura y sin errores, y el protocolo IP (*Internet protocol*), cuyo papel permitía el correcto direccionamiento de los paquetes a través de la red.

Este protocolo se sigue manteniendo después de tres décadas y se considera un monumento a la inteligencia y al sentido práctico de su creador, Vinton Cerf.

Actualmente se acaba de implantar una nueva versión del protocolo más potente IPV6 para que cada objeto pueda conectarse a Internet, concepto conocido como «Internet de las Cosas» (IoT).

### ¿Quién gobierna Internet?

Internet es una red universal a la que todos colaboran conectando sus equipos; a mayor tamaño, más potencial de servicio a sus usuarios. Pero esta red tan grande debe ser controlada, que no gobernada, por organismos que garanticen su funcionamiento en igualdad de condiciones (neutralidad de la red).

Uno de los factores principales del éxito de Internet es la teórica ausencia de autoridades y jerarquías. Es cierto que Internet no es propiedad de nadie sino de todos los que participan en ella de una forma u otra, pero también es cierto que existe una dirección técnica necesaria para que la red funcione como un sistema único y los ordenadores se puedan comunicar y entender entre sí.

Se puede decir que el control de la red no se realiza por órganos reguladores o por propietarios de las entidades sino por acuerdos de normalización aceptados por todos los usuarios. Estos acuerdos permiten que Internet funcione como si fuera una única red de un único propietario, aunque eso sí, con sus reglas muy bien definidas.

### ICANN

Acónimo de la organización establecida en California (EE. UU.) dedicada a establecer políticas de consenso sobre los recursos tecnológicos necesarios para Internet. La ICANN es una corporación privada que englobó a la IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) en octubre de 1998, sin fines de lucro, con representación internacional, creada para responsabilizarse de la asignación y coordinación espacial de las direcciones IP, la asignación de los parámetros de los protocolos y números de los puertos, la gestión del sistema de nombres de dominio y la gestión de los principales servidores raíz del sistema de dominios.

IANA, hoy en día un departamento operado por ICANN, es la entidad que supervisa la asignación global de direcciones IP, sistemas autónomos, servidores raíz de nombres de dominio DNS y otros recursos relativos a los protocolos de Internet.

## IETF, la contribución técnica

IETF (*Internet Engineering Task Force*) es un grupo autoorganizado de personas que hacen contribuciones técnicas a la ingeniería y evolución de Internet y a sus tecnologías. Es el principal organismo con relación al desarrollo de las nuevas especificaciones de los estándares de Internet. Es el responsable de la publicación de los RFC (*Request for Comments*), las notas de trabajo que pueden ser cualquier cosa relacionada con las comunicaciones entre ordenadores.

## Correo electrónico

El correo electrónico o *e-mail* (*electronic-mail*) ha tenido consecuencias financieras y políticas a la hora de comunicarse. Ya en 1994 Anatoly Voronov, director de Glasnet, comentaba, con motivo del establecimiento de las primeras redes rusas: «Aquí, ustedes pueden enviar un *e-mail* a Vladivostok o a Boston en cinco segundos, o pueden esperar tres meses para recibir una revista por correo».

El correo es un concepto muy sencillo: el autor escribe un mensaje, coloca la dirección del destinatario y lo transmite al servicio de reparto, que mueve el mensaje hasta el destinatario, quien lo puede leer, archivar, reenviar o destruir.

En 1971, Raymond S. Tomlinson, un ingeniero de la firma BBN, fue el creador del *e-mail*, enviando el primer correo electrónico a través de la red ARPANET. Utilizó la convención arbitraria «*usuario@nombre del ordenador host*». En el año 2009 fue galardonado con el premio Príncipe de Asturias.

En la actualidad, el correo electrónico admite todo tipo de anexos, se puede utilizar desde un terminal fijo o móvil y, gracias a la ventaja de su inmediatez y facilidad de uso, está desplazando al correo ordinario como medio de comunicación.

El *e-mail* es una verdadera *killer application* de las telecomunicaciones que ha permitido a los usuarios utilizar Internet en sus comunicaciones por el enorme ahorro que ello supone. Así, de los 7.000 millones de correos diarios enviados/recibidos en 2001, se ha pasado a casi 200.000 millones en 2014.

## El origen del término @

Cuenta Tomlinson, el inventor del *e-mail*, que el signo @ era el único del teclado que no estaba asociado a los nombres de las personas y se necesitaba un signo que permitiera separar la designación de la persona del nombre del ordenador. En aquella época, el signo @ no estaba en la tecla del número 2 como actualmente, sino que aparecía al lado de la letra P. La @ permitía indicar al ordenador que el usuario final estaba en otro lugar, fuera del servidor que enviaba el correo, y así nació el correo electrónico.

En cuanto al símbolo en sí, esa especie de *a* encerrada por un círculo, tiene sus orígenes en una práctica común entre los encargados de copiar libros en latín, a mano, allá por la Edad Media. Estos copistas utilizaban @, uniendo entre sí las letras *a* y *d* para formar la preposición latina «ad», que significa 'hasta' o 'hacia'. La preposición «ad» aparecía con mucha frecuencia en esos textos, y tiene sentido que fuera reemplazada por un símbolo. Poco a poco, la @ fue popularizándose en otros ámbitos, y empezó a aparecer, por ejemplo, en las cartas oficiales redactadas en latín antes del nombre de su destinatario.

### Proveedores de correo

Los proveedores de correo electrónico pueden ser gratuitos o de pago. Los de pago suelen depender del proveedor de Internet contratado. Los gratuitos son los más extendidos y comunes, como es el caso de Gmail. La mayor diferencia entre ellos suele ser la capacidad de almacenamiento en el servidor y el tamaño de los archivos que se pueden transferir.

Podemos acceder a nuestra cuenta de correo a través de la página web del servidor. Introduciendo la dirección o nombre de usuario y una contraseña, se nos dirige a la llamada bandeja de entrada, que contiene los mensajes recibidos.

También es posible consultar el *mail* mediante aplicaciones gestoras de correo electrónico. La más extendida es Outlook Express, propiedad de Microsoft. Los proveedores de correo web con más usuarios son Outlook (Hotmail), Gmail y Yahoo.

### Protocolos para *mail*

El protocolo que permite el intercambio de mensajes entre los servidores y el que se utiliza para enviar, no recibir, el correo desde los ordenadores (clientes) a los servidores es el SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Pero los protocolos más utilizados para manipular el correo son POP e IMAP.

- POP (*Post Office Protocol*) es el más antiguo y se diseñó para soportar el acceso *off-line*. De esta forma, de vez en cuando el ordenador solicita al servidor el correo a su nombre y el servidor le envía todo lo que tiene para él.
- IMAP (*Internet Message Access Protocol*) efectúa el procesamiento del correo en línea. El cliente no descarga el correo en su ordenador, sino que los mensajes permanecen en el servidor hasta que los elimine. El cliente, al revisar el correo, puede saber lo que contiene y solo leer (descargar) los mensajes que le interesen.

### Spam o correo no deseado

Todos recibimos correos no deseados a diario. Los *e-mails* basura o *spam* son aquellos correos que llegan a nuestra bandeja de entrada que no hemos solicitado y/o no son de nuestro interés. Suelen tener contenido publicitario y es habitual recibirlos con insistencia. Hoy en día, con la Ley de Protección de Datos, si no queremos recibirlos más, en ocasiones se nos ofrece la posibilidad de darnos de

baja de la lista de distribución mediante un enlace en el propio correo, pero hay países emisores de *spam* que no respetan estas normas, por lo que no se puede evitar al cien por cien.

Los proveedores de correo suelen tener una herramienta —filtros— para evitar este tipo de *mails*, que detectan la mayoría, aunque no todos. El usuario también puede seleccionarlos y marcarlos para que, en el futuro, entren en la bandeja de correo no deseado, o directamente se rechacen en el servidor de correo que le presta servicio.

El *spam* puede darse también a través del teléfono móvil, en foros, redes sociales, chats o blogs. El Estado defiende al usuario frente al correo basura mediante la LPD (Ley de Protección de Datos) y la Agencia Española de Protección de Datos, donde se pueden denunciar los correos masivos. Los usuarios pueden solicitar la baja de estas listas de correo si no desean recibirlos y las empresas deben hacerlo, o si no serán multadas.

## Ley de Postel

«Sé liberal en lo que aceptas y conservador en lo que envías»  
puede ser la divisa de Internet.»

Jon POSTEL (gurú de Internet fallecido en 1998).

## Autopistas de la información

Las autopistas de la información son un concepto promovido por el vicepresidente Al Gore en 1994 por medio de la Ley sobre Infraestructuras y Tecnologías de la Información en un famoso discurso en Florida: «Esta red de redes será un requisito esencial para la expansión de las oportunidades en el comercio, y elevar los niveles de educación y salud para un desarrollo sostenible. El presidente Clinton y yo creemos que cada aula, biblioteca, hospital y clínica de Estados Unidos debe conectarse a Internet, con la idea de crear una biblioteca digital global».

## El informe Bangemann

Fue un famoso informe generado por la Unión Europea como respuesta a «las autopistas de la información» de Al Gore. Se encargó al especialista Martin Bangemann y se tituló «Europa y la sociedad de la información global». Lo preparó para la reunión del Consejo de Europa en Corfú (Grecia) de 1994. Establecía diez prioridades: trabajo a distancia, enseñanza a distancia, red de universidades y centros de investigación, servicios telemáticos, control de tráfico de carreteras y aéreo, redes de atención médica, licitación electrónica redes de administración públicas transeuropeas y autopistas urbanas de información.

### Ventajas e inconvenientes

«Mi molestia con la revolución digital, por decirlo llanamente, es que ofrece demasiado poco y exige mucho. Lo que ofrece es información, montones y montones de información y una nueva y abstracta suerte de "entrelazamiento". Lo que pide a cambio es que modifiquemos nuestra lealtad, del mundo físico al virtual. Es un maltrato, no solo porque ignora nuestras necesidades biológicas, sino porque limita nuestra autonomía.»

Mark SOULA. Universidad de California, San Diego, 1995.

### La primera huelga en el ciberespacio

En febrero de 1996, el Congreso estadounidense aprobó una nueva ley de Telecomunicaciones que resultaba contradictoria. Por una parte, el nuevo ordenamiento favorecía la competencia entre empresas de telefonía, comunicaciones e informática, desregulando las tarifas y abriendo los monopolios. Por otra, establecía vetos en los contenidos de los mensajes en la televisión y en las redes cibernéticas. Pocas semanas después de la aprobación de la Ley se estableció un debate entre las empresas comerciales, como Compuserve, con más presencia en la red, que se materializó en el cierre de 200 de los accesos a foros del área de contenidos de Usenet que se consideraban de contenido sexual, por una petición del gobierno del *lander* alemán de Bavaria.

Así, el 17 de enero de 1996, por los usuarios del Foro España de Compuserve se llevó a cabo lo que se puede decir que fue la primera huelga de que se tenga noticias en el ciberespacio, dado que los usuarios de varios países dejaron de conectarse al servicio como señal de protesta.

### Prensa en línea

En 1996 había más de 2.000 diarios en todo el mundo con presencia en Internet. En esa época, más de 120 diarios de Estados Unidos tenían presencia en Internet. En Europa, *Le Monde*, *Il Manifesto* y *ABC* fueron los primeros en tener presencia propia en Internet. Hoy en día, prácticamente la tienen todos, e incluso algunos solamente tienen presencia en la red, sin ediciones en papel.

En España, el líder es *El Confidencial*, seguido de *El Español* en octubre de 2015, promovido por Pedro J. Ramírez.

La experiencia del *Irish Time*, que tenía una tirada de 90.000 ejemplares, entró en Internet en 1994. Pocos meses más tarde, la edición en línea tenía 95.000 visitas por semana. Su editor, Joe Breen, exclamaba: «No hay gastos financieros ni manera de saber quién está consultando el servicio. ¿Pero alguien piensa que podrá ser la misma persona 95.000 veces?».

## Navegadores

Un navegador web (en inglés, *web browser*) es un *software*, aplicación o programa que permite el acceso a la red, interpretando la información de distintos tipos de archivos y sitios web para que estos puedan ser visualizados.

Internet es una amplia red de servidores interconectados y los navegadores (*browsers*) muestran páginas web; dentro de la red, la información/contenidos se puede buscar y seleccionar mediante los buscadores, como Google. Con ellos no solo podemos ver textos, sino también gráficos y trabajar con hipertextos, que en su mayoría están en lenguaje HTML. Navegar consiste en pasar de una página a otra mediante enlaces (también llamados *links*) para movernos libremente en la red.

Los navegadores posibilitan el acceso a vídeos, música, gráficos, animaciones, hipervínculos y, obviamente, texto, todo ello en los más variados formatos y protocolos. En la actualidad, el más conocido y utilizado es Google Chrome, pero existen otros, como Internet Explorer, Firefox, Opera, etc., para los sistemas operativos Windows, Mac, Android, o UNIX/Linux.

La navegación web no solo es posible desde un terminal fijo (por ejemplo, un ordenador personal o tableta), vía ADSL, fibra o satélite, sino también desde uno móvil conectado a una red UMTS, LTE o wifi de alta velocidad.

## ¿Qué es HTML?

*Hyper Text Markup Lenguaje* (lenguaje de marcas de hipertexto). Con esta escritura se dan las órdenes para que la información se presente de uno u otro modo en las páginas web. Las marcas (*tags* o etiquetas) permiten dar formato al texto y combinarlo con otros elementos multimedia. Esta página es un hipertexto HTML.

## Los primeros navegadores

El primer navegador o navegador web desarrollado en la CERN a finales de 1990 y principios de 1991 por Tim Berners-Lee era bastante sofisticado y gráfico, pero solo funcionaba en estaciones NeXT. En noviembre de 1993, este centro norteamericano presentó oficialmente Mosaic, el primer navegador que permitió al público experimentar el placer de navegar por la red.

El navegador Mosaic, que inicialmente funcionaba en entornos UNIX sobre X11, fue el primero que se extendió debido a que muy pronto el NCSA preparó versiones para Windows y Macintosh. Sin embargo, poco más tarde entró en el mercado Netscape Navigator que rápidamente le superó en capacidades y velocidad. Este navegador tuvo la ventaja de funcionar en casi todos los UNIX, así como en entornos Windows.

### El ocaso de Netscape

Durante muchos años Netscape jugó un papel predominante en el mercado de navegadores, pero acabó sucumbiendo ante el empuje del navegador desarrollado por Microsoft.

Internet Explorer fue la apuesta tardía de Microsoft para entrar en el mercado y consiguió desbancar al Netscape Navigator entre los usuarios de Windows, debido a la integración del navegador con el sistema operativo y al hecho de que era gratuito, mientras que Netscape tenía un costo para las empresas, no para los particulares, llegando a poseer cerca del 95 % de la cuota de mercado. Netscape Communications Corp. liberó el código fuente de su navegador en 1997, naciendo así el proyecto Mozilla (Firefox).

### Hipertexto

Un hipertexto es una red de información textual de naturaleza no secuencial. No existe un orden establecido previamente para realizar la lectura de la información, de manera distinta a lo que encontramos en un libro, lo que da mayor libertad a los usuarios para elegir la opción que más le interese entre las que ha preparado el autor del texto o información.

### Protocolo HTTP

El protocolo HTTP (*Hyper-Text Transfer Protocol*) o protocolo de transferencia de hipertexto, se creó para que los hipertextos, hipervínculos e hipermedias cumplan su función. Funciona siguiendo cuatro pasos básicos: conexión, solicitud, respuesta y desconexión. Se considera un protocolo sin estado porque no guarda información sobre las transacciones que hace.

### El videotex

Semejante al Minitel francés, el videotex (servicio Ibertex) fue una aplicación interactiva lanzada por Telefónica a principios de la década de 1980 que permitía difundir, a través de una red de telecomunicación —básicamente, una línea telefónica con módems—, información de forma paginada suministrada por un sistema informático y visualizada sobre un terminal apropiado. La llegada de Internet acabó con él.

Minitel fue un servicio de videotex accesible a través del teléfono, y se considera uno de los más exitosos predecesores de la navegación web. Se desarrolló en 1978 y en 1982 fue lanzado comercialmente en Francia por la compañía telefónica France Telecom.

### Portales

Los denominados «portales» son puntos o puertas de entrada a Internet desde los cuales se le ofrece al usuario el acceso directo a un conjunto heterogéneo de servicios desde la página web de entrada. Su utilización es común entre los usuarios.

No hay que confundir portal con buscador. La diferencia entre un portal y un buscador es que el primero, además de los servicios de búsqueda, ofrece otra serie de servicios sin que el usuario tenga que buscarlos.

Se pueden distinguir dos tipos de portales: los portales generalistas y los portales especializados, que dan acceso a servicios sobre un tema concreto. Estos últimos también se conocen como portales verticales.

Así, los portales generalistas ofrecen al usuario un conjunto de servicios relacionados con Internet tales como acceso a Internet, un buscador por palabras clave, un directorio temático, correo electrónico gratuito, mensajería, listas de distribución, etc., y otra serie de servicios de interés general como mantenimiento de la agenda, mapas, noticias, compras en línea, distintos canales temáticos, etc.

## El estallido de la burbuja

La burbuja «.com» estalló el 10 de marzo de 2000, cuando el índice NASDAQ, compuesto en gran parte por valores tecnológicos, hizo su máximo en 5.048, más del doble de su valor un año anterior. Para 2001, la deflación de la burbuja estaba yendo a toda velocidad. La mayoría de las «.com» habían cerrado el negocio después de haber gastado todo su capital riesgo, a menudo sin ni siquiera obtener un beneficio bruto.

## Clientes y servidores

En general, todas las máquinas en Internet pueden categorizarse en dos tipos: servidores (*SERVER*) y clientes (*SLAVE*). Las máquinas que proveen servicio (como servidores web, servidores FTP, etc.) a otras máquinas son los servidores, y las que se utilizan para conectarse a esos servicios son los clientes.

Un servidor debe brindar uno o más servicios en Internet. Por ejemplo, una máquina servidor debe tener un *software* que le permita actuar como un servidor web, de correo y FTP. Los clientes que se conectan a un servidor hacen lo mismo con una tarea específica, así que los clientes envían sus peticiones directamente al *software* del servidor que funciona en la máquina. Por ejemplo, si está utilizando un navegador en su máquina, pedirá conectarse al servidor web. Si su aplicación es de Telnet, pide conectarse a servidores T; si su aplicación es de correo, pide conectarse a servidores POP3/SMTP, etc.

## FTP: transferencia de ficheros

Servicio que permite obtener sobre el ordenador ficheros almacenados en otro ordenador remoto llamado servidor FTP. El protocolo utilizado para realizar este servicio es el FTP (*File Transfer Protocol*). Este servicio permite poner información o programas de *software* a disposición de un gran número de usuarios de una forma barata, flexible y cómoda, con fácil acceso a la misma.

### Telefonía en Internet (voz IP)

A través de Internet es posible no solo navegar para buscar información o intercambiar ficheros sino hablar con cualquier parte del mundo a un precio por llamada similar a la local, e incluso inferior si se dispone de la llamada «tarifa plana» para el servicio Internet. La calidad no es como la de la telefonía por redes propias, pero las grandes inversiones de los desarrolladores de *software* y las mejores velocidades de transmisión de Internet (banda ancha) han hecho que se masifique el uso de la telefonía por esta vía, tanto en las redes fijas como en las móviles.

La televisión por Internet es un concepto similar, pero para la difusión de vídeo, cada vez con un uso más extendido, que sirve para ver canales de televisión en línea, en directo o en diferido.

Una de las aplicaciones más populares es Skype, un servicio que permite realizar llamadas telefónicas, videoconferencias, envío de mensajes y compartir ficheros. En mayo de 2011, Microsoft anunció la compra completa de Skype por 8.500 millones de dólares.

### Tecnologías de acceso a Internet

La banda ancha (*broadband*) permite a los usuarios acceder a Internet y a servicios relacionados con Internet a velocidades considerablemente más rápidas que las que ofrecían los módems tradicionales para RTC (56 kbit/s) o RDSI (64 o 128 kbit/s), utilizados hasta hace unos años, pero ya en desuso.

En la actualidad, el acceso rápido a Internet se logra por medio de varios dispositivos o tecnologías de transmisión de alta velocidad, cada una con sus ventajas e inconvenientes, que son ofrecidas por los distintos operadores, como:

- Línea de abonado digital (xDSL).
- Módem de cable (CM).
- Fibra hasta el hogar (FTTH).
- Acceso inalámbrico/celular (LMDS, wifi, UMTS, LTE, etc.).
- Acceso por satélite (DTH).
- Banda ancha sobre líneas de energía (PLC).

### Navegar anónimamente

Muchos de los sitios a los que accedemos guardan información sobre nuestros hábitos (mediante las *cookies*), e incluso nuestra dirección IP, para facilitarnos la navegación en próximas ocasiones, para enviarnos publicidad que nos pueda interesar o para otros fines.

Navegar anónimamente es un derecho. Sin embargo, muchos sitios web tratan de recopilar información sobre nosotros. También está el peligro de los *hackers*, que buscan puntos débiles mediante los cuales acceder a nuestro ordenador. La navegación anónima ayuda a combatir esos peligros y a protegernos.

Uno de los riesgos principales a los que nos enfrentamos al navegar por Internet es que alguien rastree la IP del PC con malas intenciones, pero existen varias formas de evitarlo, bastante eficaces y, además, muy sencillas de poner en práctica y utilizar.

## ¿Qué son las *cookies*?

Una *cookie* ('galleta', en español) es un pequeño fichero de texto, a menudo encriptado, que se descarga en el ordenador/*smartphone*/tableta del usuario al acceder a determinadas páginas web para almacenar y recuperar información sobre la navegación que se efectúa desde dicho equipo. En principio, no son malignas.

Desactivación. Los usuarios pueden elegir en cualquier momento qué *cookies* quieren que funcionen, por ejemplo, mediante la configuración del navegador. También existen herramientas de terceros, disponibles en línea, que permiten a los usuarios detectar las *cookies* en cada sitio web que visitan y gestionar su desactivación.

## Blogs

Un blog (*log*, en inglés, es sinónimo de 'diario') es un sitio web en el que uno o varios autores publican cronológicamente textos o artículos y donde el autor siempre conserva la libertad de dejar publicado lo que crea pertinente. También suele ser habitual que los lectores participen activamente a través de los comentarios. Un blog puede servir para publicar ideas propias y opiniones de terceros sobre diversos temas.

Existen numerosos servidores en los que alojar un blog. Los más comunes y utilizados son Wordpress y Blogger. Ambos son gratuitos y ofrecen diversas plantillas para la creación de blogs de una manera muy sencilla. No necesitan instalar un *software* ni se requieren conocimientos previos para publicar en ellos, por lo que cualquiera puede iniciarse en esta experiencia.

*Post* es el término inglés que designa cada una de las publicaciones —entradas— hechas en la bitácora. En español sería «artículo».

*Blogroll* es la lista de blogs recomendados o enlazados, que puede estar publicada en un blog o en otras páginas web. Usualmente se sitúa en un lateral de la web principal.

## Blogosfera

Se llama así al conjunto de blogs publicados en Internet. Los *weblogs* pueden estar ordenados dentro de la blogosfera. Lo habitual es que el orden responda a la temática de cada uno de ellos. Todos estos blogs interconectados pueden entenderse como un fenómeno social. A través de ellos puede hacerse un estudio de la sociedad y sus intereses.

### Sociedad de la Información

Desde que el telégrafo y el teléfono irrumpieron en la historia, han hecho falta más de 100 años para que 1.000 millones de sitios físicos estuvieran comunicados. Sin embargo, en poco más de 25 años se han conectado más de 3.000 millones de personas y, para el año 2020, se pronostica que habrá 50.000 millones de dispositivos interconectados. Puede parecer increíble, pero las cifras están ahí y la «sociedad de la información», o «sociedad en red», se encuentra plenamente instalada entre nosotros y sirve para la compartición de información, intercambio de datos y realización de todo tipo de trámites y gestiones por medio de la red.

### Neutralidad de Internet

No son pocos los debates diarios sobre la neutralidad de la red y el gobierno de la misma. El principio de neutralidad consiste en tratar por igual todo tipo de tráfico, con independencia de su origen, sin dar prioridad a unos contenidos sobre otros.

Sin embargo, hay empresas (operadores) que proponen una Internet a dos velocidades, y con mejor o peor calidad de servicio en función de lo que el usuario pague, algo a lo que muchos gobiernos se oponen, pero el debate está presente.

### Las redes sociales

Se puede decir que las redes sociales en Internet son comunidades virtuales donde sus usuarios interactúan con personas de todo el mundo con quienes encuentran gustos o intereses en común. Funcionan como una plataforma de comunicaciones que permite conectar personas que se conocen o que quieren conocerse, y que les deja centralizar recursos, como fotos y vídeos, en un lugar fácil de acceder y administrado por los usuarios.

Existen varios tipos de redes sociales:

- Redes sociales genéricas. Son las más numerosas y conocidas. Las más extendidas en España son Facebook, Tuenti, Google+, Twitter o Myspace.
- Redes sociales profesionales. Sus miembros están relacionados laboralmente. Pueden servir para conectar compañeros o para la búsqueda de trabajo. Las más conocidas son LinkedIn, Xing y Viadeo.
- Redes sociales verticales o temáticas. Se basan en un tema concreto. Pueden relacionar personas con la misma afición, la misma actividad o el mismo rol. La más famosa es Flickr.

### La primera red social

Internet es un medio propicio para crear este tipo de conexiones y, contrario a la creencia popular, la primera red social disponible en Internet no fue Facebook (2004), sino una página llamada Classmates.com (que todavía existe), creada en 1995.

## Comunicación y política

«Roosevelt fue a la radio lo que John F. Kennedy a la televisión y lo que las redes sociales han sido para Obama.»

Franklin D. Roosevelt llegó a presidente gracias a la radio, mientras que John F. Kennedy lo logró gracias a la televisión, y Barack Obama, gracias a las redes sociales. La campaña de Obama cambió tanto la forma de hacer política como la forma de utilizar las redes sociales.

## Las habilidades de comunicación

«*The single biggest problem in communications is the illusion that it has taken place*»  
(‘El mayor problema en la comunicación es la ilusión de que ha tenido lugar’).

Célebre frase del dramaturgo irlandés George Bernard SHAW.

## La teoría de los seis grados

Las redes sociales se basan en gran medida en la teoría conocida como «seis grados de separación» (publicada en 1967), que básicamente afirma que cualquiera puede estar conectado a otra persona del planeta a través de una cadena de conocidos que no tiene más de cinco intermediarios (conectando a ambas personas con solo seis enlaces).

Por ejemplo, uno conoce a alguien que a su vez conoce a otro, que a su vez conoce a alguien que conoce a nuestro artista favorito, formando una cadena de seis o menos personas. Esto hace que el número de personas conocidas en la cadena crezca exponencialmente conforme aumenta el número de conexiones, dando por resultado que solo se necesita un número pequeño de estas para formar una red que teóricamente posibilita la comunicación con cualquier persona en el mundo.

## Las redes sociales más importantes

Existe un alto número de redes sociales que cubren intereses específicos, unas para uso particular y de ocio y otras para uso profesional o de trabajo. A continuación, se expone una lista de las redes sociales más utilizadas, pero hay muchas más:

Badoo: Uso general, muy popular en Latinoamérica.

Facebook: Uso general.

Flickr: Fotografía.

Google+: Uso general.

Hi5: Uso general, popular en Latinoamérica.

Instagram: Compartir fotografías con un componente social.

LinkedIn: Red profesional.

MySpace: Uso general.

NowPublic: Noticias sociales generadas por usuarios.

Pinterest: Enfocada a intereses personales.

Reddit: Noticias sociales generadas por usuarios.

Sonico: Uso general, popular en países de habla hispana.

Taringa: Uso general.

Tumblr: Plataforma de microblogs con componente social.

Twitter: Uso general (mensajes cortos).

Weibo : Similar a Twitter y, en menor medida, a Facebook, popular en China.

YouTube: Compartición de vídeos.

### ¿Qué es un *Hacker*?

Término que se usa para designar a alguien con talento, inteligencia e ingenuidad, especialmente relacionado con los ordenadores, las redes y su seguridad.

En un sentido peyorativo (pirata informático), el término se asocia a alguien que es capaz de «entrar» en un sistema para el que no dispone de permisos y acceder y/o alterar contenidos para obtener un beneficio propio o producir algún daño, violando todas las normas de seguridad establecidas para protegerlo de accesos externos.

Se puede considerar que el primer *hacker* de la historia fue británico Nevil Maskelyne, que en 1903 logró interceptar y cambiar el mensaje que transmitió Marconi en un teatro de Londres, durante su demostración de transmisión de telegrafía sin hilos.

### El *affaire* Mitnick

Kevin Mitnick fue uno de los piratas del ciberespacio más buscados en Estados Unidos por su habilidad de introducirse como experto informático en los ordenadores del Centro de Control del Mando de Defensa Aérea. Con sus 31 años, era capaz de entrar en cuentas corrientes, redes móviles y diferentes bases de datos para demostrar que no había «cerraduras» informáticas que se le pudieran resistir.

Era tan bueno que consiguió entrar en el ordenador personal de Tsutomu Shimomura, investigador del Centro de Superordenadores de San Diego y especialista en protección de datos. El prestigioso científico logró, mediante un programa informático, localizar al sospechoso, dando con el *hacker* en Raleigh (Carolina del Norte), donde fue detenido por el FBI.

## Emoticonos

Símbolos generados con el teclado del ordenador para transmitir en los mensajes ciertos estados de ánimo, tales como:

☹ :- ( Tristeza

☺ :- ) Alegría

;- ) Coqueteo

;- - Llanto

xxx Besos

## ¿Qué es una dirección IP?

La dirección IP es un número exclusivo asignado a nuestra conexión de Internet por parte del proveedor de servicios de Internet (ISP, *Internet Service Provider*) en nuestra casa, lugar de trabajo u oficina. Este número exclusivo sirve como ID de la conexión cuando se accede a Internet, y puede ser fijo o dinámico (cambia de vez en cuando).

Una dirección IP no deja de ser una puerta de acceso a Internet; todo equipo que se conecta a Internet lo hace a través de una dirección IP que se conecta a la dirección IP de otro equipo. Cuando se contrata un servicio de conexión a Internet con cualquier proveedor del mercado, este asigna una dirección IP pública por la que el usuario puede conectarse a Internet. Este direccionamiento es una combinación de cuatro grupos de números, del 0 al 255, separados por puntos, y cada uno corresponde a una página web, aunque no todos, ya que algunos rangos se utilizan para otras funciones y otros son exclusivos para implementarlos como redes privadas.

## ¿Cuántas direcciones IP hay?

Para que Internet pueda identificar sin duplicidad cada uno de los ordenadores que se conectan a la red, hay que disponer de un sistema de direcciones. Una dirección IP, en la versión actual 4, introducida el 1 de enero de 1983, son números de 32 bits, lo que resulta en 4.294.967.296 millones de direcciones posibles.

En la nueva versión IPv6 (números de 128 bits), se puede llegar a 340 sextillones de direcciones, lo que garantiza la expansión de Internet, de manera que todo tipo de dispositivos podrían estar conectados, ya que supone 67.000 billones de direcciones por cada milímetro cuadrado de la superficie de la Tierra, algo así como 4.800 trillones de direcciones para cada uno de los 7.000 millones de habitantes del planeta.

## El paso de IPv4 A IPv6

En el mes de febrero de 2011 saltó a los medios la siguiente noticia: «Se han agotado las direcciones de Internet. ¿Qué pasará ahora?». Se basaba en la nota emitida por la IANA de que «El punto crítico se

ha alcanzado con la asignación de la última dirección de Internet IPv4 de la reserva central». A partir de este momento, la futura expansión de Internet dependerá de la implementación del protocolo de Internet de siguiente generación, llamado IPv6.

### Servicios que ofrece Internet

Los servicios a los que los usuarios pueden acceder son múltiples y variados. Algunos de los más utilizados son:

- Navegación web para acceso a la información.
- Correo electrónico, mensajería instantánea.
- Descarga de películas y canciones.
- Intercambio de ficheros P2P y juegos en red.
- Telecontrol y vigilancia mediante cámaras web.
- Telemedicina, teleadministración.
- Comercio electrónico, *e-business*.
- Etc.

El acceso a cada uno de estos servicios se puede realizar a través de un terminal fijo o móvil, y el acceso a Internet nos permitirá tanto comunicarnos desde nuestra casa digital con el exterior, como acceder desde el exterior a nuestra casa digital, no solo a nosotros, sino a cualquier otra persona debidamente autorizada.

### Dropbox

Dropbox es una especie de disco duro en la nube, un servicio gratuito o de pago, según la funcionalidad que ofrezca (igual que otros similares), que permite disponer de nuestras fotos, documentos y vídeos en cualquier parte. Una vez instalado Dropbox en el ordenador, cualquier archivo que guardemos se quedará automáticamente en todos nuestros ordenadores, en los dispositivos Android e incluso en el sitio web de Dropbox. Con la aplicación de Dropbox, disponemos de todo lo que nos importa en cualquier parte.

Igual que Dropbox, existen servicio similares ofrecidos por otras muchas empresas.

### eBay

eBay es un sitio destinado a la subasta de productos a través de Internet. Es uno de los pioneros en este tipo de transacciones, fundado en 1995. Desde 2002, eBay fue propietario de PayPal, pero en 2015 anunciaron su separación, y la empresa de comercio en línea estadounidense decidió escindir la plataforma de pagos como una empresa independiente a partir de la segunda mitad de 2015.

## Internet del futuro

«El mundo en vías de desarrollo tiene el potencial para establecer una forma completamente distinta de Internet, que podría sustituir a la red tal como hoy la conocemos.»

Tim BERNERS-LEE (director del *www consortium*, creador del HTML e inventor de la red).

## Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las Cosas o IoT (*Internet of Things*, en inglés), ya está comenzando a ser una realidad, pues son múltiples los dispositivos de todo tipo que se conectan o pueden conectarse a la red. Así, se estima que en 2020 habrá 50.000 millones de dispositivos conectados a Internet, que crearán una ingente cantidad de datos y generarán nuevas oportunidades de negocio, revolucionando también el panorama laboral.

## Buscadores de Internet

Internet contiene una enorme cantidad de información que crece exponencialmente cada día. Si no hubiese alguna herramienta capaz de localizar rápidamente aquello que nos interesa, su utilidad sería casi nula, pues estaríamos perdidos en un inmenso océano de conocimiento.

Han quedado atrás aquellos momentos en los que, para buscar algo, había que recurrir a libros, revistas, guías telefónicas físicas o periódicos antiguos. Casi ni nos acordamos, aunque los más reticentes a la tecnología aún siguen usando alguno de esos métodos, pero la mayoría de la población acude a Internet. Muchas son las herramientas (buscadores/motores de búsqueda). Tenemos Ask.com, Aol Search, Yahoo, Bing, Baidoo (motor de búsqueda similar a Google, en China), etc. Hoy en día, Google es el protagonista más utilizado, con gran diferencia.

Aun así, con las herramientas de que disponemos en la actualidad, la información que se nos muestra es solo una pequeña parte de la que contiene la red. Tampoco tendríamos tiempo de procesar toda la posible, ya que existen miles y miles, o millones y millones, de entradas, y eso sin acceder a la «Internet profunda» o «Internet imposible» como también se la llama, con contenidos ilegales, pornográficos, técnicas de pirateo, terrorismo, contrabando y peligros al descargar.

## Serendipity

Cuenta un viejo relato que hubo una vez un reino llamado Serendib cuya memoria se confunde con la noche de los tiempos. En dicho reino había muchas maravillas, pero el azar ha querido que solo conocamos la historia de los tres príncipes de Serendib (el antiguo Ceilán, hoy Sri Lanka), que en sus viajes realizaban sorprendentes descubrimientos que, en principio, no buscaban.

Cuando esta fantástica historia fue leída por Horace Walpole en el siglo XVIII, al don de estos príncipes se le llamó *serendipity*, que en términos populares podríamos traducir por 'chiripa'.

Este neologismo encaja perfectamente en los numerosos descubrimientos que hacemos navegando por Internet. Sin pretensión de buscarlos, los conseguimos por casualidad gracias a una actitud que combina cierta dosis de capacidad de observación y sagacidad.

El neologismo serendipia acaba de incorporarse a la última edición del Diccionario de la Real Academia Española de 2014.

### ¿Qué es la Internet oculta?

Los sitios web que visitan la inmensa mayoría de las personas son solo una parte de Internet, compuesta por páginas conocidas o que son capaces de encontrar buscadores como Google. Pero «debajo» de esa Internet hay otra escondida a la que pocos entran y muchos ni conocen. Se le llama Internet o red profunda (*deep web* en inglés) y es mucho mayor que la otra (al menos 20 o 30 veces mayor).

### Altavista, el primer buscador

Los usuarios pioneros de Internet recordarán con nostalgia el nombre de AltaVista, motor de búsqueda que, alguna vez, tuvo gran popularidad pero que debió ceder, como muchos otros buscadores, al inevitable crecimiento de Google.

AltaVista fue el primer buscador completo en Internet (apareció en 1995), generando la primera gran base de datos donde realizar búsquedas en la red. Ofrecía servicios muy utilizados como traductor, filtro, páginas amarillas y buscador de personas. Su plataforma era muy sencilla de utilizar y completamente intuitiva desde cualquier punto de vista. Fue comprado por Yahoo en 2003 pero, tras diez años, a mediados de 2013 anunció su cierre definitivo, en favor de su propio motor de búsqueda, Bing.

### Yahoo

Yahoo es, sin duda, el competidor nato de Google. Durante muchos años, fue el líder en búsquedas y, poco a poco, se conoció como un portal en el que, además de buscar contenidos, obtenías servicios de alta calidad como los desaparecidos grupos, directorios, noticias, *e-mail* y más. Creada en 1994, su motor de búsqueda se caracteriza por brindar los resultados más ajustados y exactos a los intereses de los usuarios.

### Google

Nadie duda de que se trata del mejor y más popular buscador que existe en Internet. Fue creado en 1997 y más del 90 % de los usuarios de la red utilizan su servicio. Además de ser un motor de búsqueda, con el tiempo ha ido ampliando sus servicios hasta convertirse en el líder absoluto.

Google pasará a llamarse Alphabet. Será el paraguas bajo el que se organizarán todos los negocios del gigante tecnológico, en una reestructuración radical de la compañía que fue anunciada en agosto de 2015. El buscador y los negocios relacionados con Internet —como YouTube, Android o Chrome— seguirán llamándose Google, que, al igual que las otras sociedades y proyectos, será una subsidiaria de Alphabet.

Bajo el paraguas de Alphabet estarán algunas de las ramas más nuevas, como las divisiones de investigación y desarrollo, Nest (la unidad de viviendas inteligentes) o la sección dedicada a drones. La nueva compañía tiene una capitalización bursátil que la coloca como la segunda mayor firma del Índice S&P500, entre Apple y Microsoft.

## El nombre de Google

El nombre de la multinacional americana de Internet especializada en búsquedas en la red es un tanto controvertido. Su origen parece deberse a la expresión que denomina un número muy elevado, de magnitud desmesurada, como diez elevado a cien ( $10^{100}$ ) que se denominó *googol*.

Sin embargo, Karl Sigmund, profesor de Matemáticas de la universidad de Viena, cuenta que cuando la familia Brin, una de las fundadoras de Google, llegó a Viena desde la Unión Soviética, Sergi Brin tenía apenas tres años. Su padre, Michael Brin, matemático y especialista en teoría ergódica y sistemas dinámicos, cuando fue recibido en casa de Karl, le ofrecieron el célebre pastel austriaco *Gugelhupf*, que impresionó muchísimo al joven Sergey.

## Principales servicios de Google

- Google+
- Google Books
- Google Chrome
- Google Earth
- Google Mail (Gmail)
- Google Maps
- Google Latitude
- Google Moderator
- Google Street View

## ¿Qué es Scribd?

Cuando necesitamos un documento para estudiar o queremos compartir información, podemos ir a un buscador general como Google o Yahoo; sin embargo, existen buscadores especializados que nos facilitan el trabajo haciendo un filtro previo por nosotros mismos.

Así como existen buscadores de PDF, la plataforma Scribd se ha hecho muy famosa por ser un buscador de documentos en línea que aloja infinidad de archivos para nuestro uso. Aquí, es posible alojar archivos con extensión Excel, Word, PDF o PowerPoint.

### YouTube

YouTube es un sitio web en el que los usuarios pueden subir y compartir vídeos de una manera totalmente gratuita. Fue creado por tres antiguos empleados de PayPal en febrero de 2005. En octubre de 2006, fue adquirido por Google Inc. a cambio de 1.650 millones de dólares y ahora opera como una de sus filiales. Actualmente es el sitio web de su tipo más utilizado en Internet.

### Metadatos

Los metadatos son aquel conjunto de contenidos de etiquetas que crea un sitio web. En ellas se incluye básicamente información sobre la página web, como puede ser descripción, claves, autor, palabras claves, etc.

### Indexación

Dentro de los motores de búsqueda, existe un robot que se ocupa de hacer las tareas más importantes de la red. Una de ellas es analizar el contenido de las distintas búsquedas que se realizan. Cuando se encuentra una nueva página web, el robot realiza un indexado y así puede comenzar a aparecer en los resultados de búsqueda que arroje el motor de búsqueda a los usuarios.

### Robots

El robot es el programa que utilizan los motores de búsqueda. Su función básica es el contenido que tiene cada sitio web. Para esto, recorren toda la red buscando información y analizando su contenido general.

### Metabuscadore

Un metabuscador (*meta-search*) es un sistema informático que localiza información en los motores de búsqueda más populares. Los metabuscadores no tienen una base de datos propia y lo que hacen es mirar los resultados que se dan en varios motores de búsqueda y ofrecer todos esos resultados en un solo lugar, colocando el «posicionamiento» de páginas web según su criterio. Es útil para no estar paseando de una página a otra y tenerlo todo concentrado en un solo lugar.

## Frases famosas, Raymond Tomlinson

«Para cada avance tecnológico hay otro avance igual o mayor en la necesidad de servirse de esa tecnología. La necesidad humana de utilizar la tecnología siempre excede a la tecnología disponible.»

Raymond TOMLINSON (Ingeniero jefe de la BBN Technologies y creador del *e-mail*).

## Pequeño histórico de Internet en España

«Los españoles fueron los primeros del mundo en tener una red pública de conmutación de paquetes. Tenían una red bancaria que hábilmente convirtieron en una red pública de la noche a la mañana y el que parecía caballo perdedor nos venció a todos al final...»

Derek BARBER (pionero de la conmutación de paquetes).

En 1993 se registra en el CERN el primer servidor WWW de España, por la Universidad Jaume I de Castellón de la Plana.

*El Periódico de Catalunya* se convierte, en 1994, en el primer medio que permite consultas en línea de sus contenidos.

En 1998, *El País* lanza su suplemento *Ciberp@is*.

En 1999, Telefónica lanza el primer servicio Terra Networks para acceso a Internet con tarifa plana con tecnología ADSL a 256 kbit/s, y Retevisión rompe el monopolio.

Terra Networks compra la americana Lycos por 12.500 millones de dólares en el año 2000.

A partir de 2003 se consolida el servicio de Internet en España, que comienza con la tecnología ADSL y actualmente con el uso de la fibra óptica. A mediados del año 2015 ya existían más de 2 millones de líneas de fibra óptica (FTTH) que proporcionaban conectividad de hasta 300 Mbit/s.

## ¿Qué fue infovía?

Primera red de Internet abierta en 1996 por Telefónica en España. Inicialmente contaba con 119 empresas que ofrecían un conjunto de servicios de información y venta de productos. Allí se podía encontrar desde La Tienda en Casa (LTC) de El Corte Inglés, hasta servicios bancarios y páginas del Ayuntamiento de Barcelona. El servicio fue cerrado definitivamente en 1999.

### El dominio «.es»

Los dominios «.es» fueron creados en 1989. En sus primeros años de desarrollo, fueron gestionados por Red IRIS, la red española de comunicaciones para el ámbito académico y científico, impulsada en el marco de Fundesco (Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones, subvencionada casi al 100 % por Telefónica) e integrada posteriormente en el CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas). Los primeros registros del «.es» datan de 1991, siendo el más antiguo en vigor, el del Instituto de Astrofísica de Canarias (iac.es).

El 26 de marzo de 2003 se publicó en el BOE la Orden Ministerial, de 18 de marzo, por la que se aprobaba el Plan Nacional de nombres de dominios de Internet bajo el Código correspondiente de España («.es»). A partir de entonces los gestionó la Entidad Pública Empresarial Red.es, inicialmente adscrita al Ministerio de Ciencia y Tecnología hasta mayo de 2004 y al Ministerio de Industria, Energía y Turismo en la actualidad. A mediados de 2016 cuenta con algo más de 1,8 millones de dominios registrados.

### Un nuevo lenguaje

(Mensaje real hablando de eficiencia y ahorro de costes por el uso de Open Data)

*Can #opendata save gov\$? In #SF21,7 % fewer 311 calls b/o of real-time transit data. At ~\$2/call, savings of >&1M/yr*

*bit.ly/MLnwGE*

*@jay\_nath*

¿Lo hemos entendido?

### El juicio del mono de Tennessee

El argumento de la famosa película de 1955 *Hereditaria el viento*, se refiere al proceso de John T. Scopes por haber defendido las teorías de Darwin en un instituto de enseñanza media. Su defensor, protagonizado por Spencer Tracy, hablaba de esta manera:

«El progreso nunca ha sido un trato. Hay que pagar por él. A veces pienso en un hombre detrás de un mostrador que nos dice: "Muy bien, puede usted tener teléfono, pero deberá sacrificar la intimidad, el encanto de la distancia... Señor, puede usted conquistar el aire, ¡pero los pájaros perderán su magia y las nubes olerán a gasolina!"»

## La nueva economía

«La nueva Economía no es la economía de las empresas de Internet, no es la economía de todas las empresas trabajando con, a través y por medio de Internet. Recuerden, por tanto no estamos hablando solo de la electrónica, no estamos hablando solo de las empresas de Internet, sino de la economía que se construye a partir de una transformación de la cual Internet es una base tecnológica fundamental.»

Manuel CASTELL, catedrático de Sociología de Planificación,  
Universidad de Berkeley.

## WhatsApp

WhatsApp es una aplicación de chat para teléfonos móviles de última generación, los llamados *smartphones*, a través de Internet móvil. Permite mantener una conversación entre dos o más de sus usuarios. Su funcionamiento es idéntico al de los programas de mensajería instantánea para ordenador más comunes. La compañía Facebook, a finales de 2014, adquirió el servicio WhatsApp por un precio final de 21.800 millones de dólares.

Los mensajes se envían a través de la red hasta el teléfono de destino. La identificación de cada usuario es su número de teléfono móvil. Basta con conocer el número de alguien para tenerlo en la lista de contactos. Es imprescindible que tanto el emisor como el destinatario tengan instalada esta aplicación en su teléfono.

Esta aplicación, propiedad de Facebook, cuenta con unos mil millones de usuarios y a través de ella se envían más de 40.000 millones de mensajes diarios.

Una alternativa a WhatsApp es, por ejemplo, Line, una aplicación gratuita para dispositivos móviles y ordenadores. Line deja compartir mensajes multimedia como texto, imágenes, vídeo y audio. Uno de los atractivos de Line es la opción de enviar iconos y pegatinas a gran tamaño, además de adquirir modelos exclusivos a través de su tienda. Otra aplicación de chat que ofrece una gran seguridad es Telegram.

## El tuit de la reina Isabel II

A sus 88 años, la Reina de Inglaterra envió el 24 de octubre de 2014 su primer tuit desde su cuenta @britishMonarchy en un mensaje de 135 caracteres, con motivo de la inauguración del Museo de la Ciencia de Londres: «Es un placer inaugurar hoy la exposición *La Era de la Información* en el @Science-Museum y espero que la gente disfrute visitándola. Elizabeth R».

El director del Museo de la Ciencia, Ian Blatchford, recordó que Isabel II ha asistido durante su vida a numerosos avances tecnológicos. «Usted hizo su primera retransmisión televisiva por Navidad en 1957 y otro acto apreciado por los historiadores tuvo lugar el 26 de marzo de 1976, cuando se convirtió en la primera monarca en enviar un correo electrónico.»

### ¿Qué son las apps?

Son programas que se instalan en un dispositivo móvil —teléfono o tableta— y que se pueden integrar a las características del equipo, como su cámara o sistema de posicionamiento global (GPS). Además, con el paso del tiempo, se puede actualizar para añadirle nuevas características.

Las aplicaciones proveen acceso instantáneo a un contenido sin tener que buscarlo en Internet y, una vez instaladas, se puede acceder a ellas sin necesidad de una conexión a la red. Cada vez más empresas están lanzando programas de este tipo para ayudar a sus clientes a, por ejemplo, encontrar comercios cercanos. Hay aplicaciones de todo tipo, clasificadas por categorías, en las tiendas de aplicaciones.

### Las tiendas de aplicaciones

Los *smartphones* actuales, además de realizar las funciones propias de un teléfono móvil convencional y otras muchas, destacan por las aplicaciones que son capaces de ejecutar, pero para ello el usuario necesita descargárselas si es que no vienen ya instaladas de origen. Algo similar sucede con las tabletas. Muchas son gratuitas, pero otras son de pago, y hay miles de desarrolladores trabajando para que podamos disfrutar de millones de ellas, muy variadas.

Para el sistema operativo Android, por ejemplo, la tienda de aplicaciones por excelencia es la Play Store, aunque existen otras alternativas como, por ejemplo Amazon Appstore, que nos permiten no depender tanto de Google (no se requiere asociar el teléfono o tableta a una cuenta de Google) y disfrutar de las aplicaciones que nos interesen.

De igual manera, para dispositivos que utilizan el sistema operativo de Apple, (iOS), como pueden ser los iPhone o iPad, se puede recurrir a la tienda de aplicaciones oficial de la marca: App Store, o a alguna otra alternativa. Para otros sistemas operativos, también podemos encontrar tiendas de aplicaciones.

### Convergencia digital

Hoy día, gracias a la tecnología digital y a la utilización del protocolo de Internet (IP), la mayoría de operadores ofrecen servicios convergentes sobre sus redes, de manera que los usuarios pueden acceder a los servicios de voz, texto, datos o imágenes desde cualquier terminal, ya sea fijo o móvil.

Este hecho viene, además, favorecido por el hecho de las fusiones y adquisiciones que se están produciendo y que conducen a una concentración del mercado, con menos operadores, como ha sido, por ejemplo, el caso de la compra de Jazztel por Orange, la de Ono por Vodafone (Vodafone ONE), la de Yoigo por MásMóvil, o la de Canal+ por Telefónica (Fusión+), con lo que los servicios de unos se incorporan en los de otros, complementando así su oferta.

# Bibliografía

- Adanero, Del Prado, Huidobro, Miralles, Ortega, Romeo y Rico (coord.) (2006). *Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas*. Madrid: COIT.
- Albert, P. y Tudesq, A. J. (2001). *Historia de la radio y la televisión*. México: FCE.
- Arroyo Galán, L. (2003). *Tecnología móvil*. Madrid: Anaya.
- Arroyo Galán, L. (2005). *100 años de informática y telecomunicaciones en España. Siglo XX*. Madrid: ETSIT Universidad Politécnica de Madrid.
- Bahamonde, Martínez y Otero (2002). *Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información*. Madrid: MITyC.
- Balsebre, A. (2001). *Historia de la radio en España*. Madrid: Cátedra.
- Castells, M. (2001). *La Galaxia Internet*. Barcelona: Plaza & Janés Editores.
- Clarke, A. C. (1996). *El Mundo es Uno*. Barcelona: Ediciones B.
- De la Peña, J. (2003). *Historias de las telecomunicaciones*. Barcelona: Ariel.
- Díaz, L. (2006). *50 años de TVE*. Madrid: Alianza Editorial.
- Espallargas, J.; Limonche, F. y Robles, P. (1995). *El libro del teléfono*. Sevilla: Progenisa.
- Figueiras, A. (coord.) (2001). *Una panorámica de las telecomunicaciones*. Madrid: Prentice Hall.
- Hernando Rábanos, J. M. (coord.) (1999). *Comunicaciones móviles GSM*. Madrid: Fundación AIRTEL.
- Hernando Rábanos, J. M. y Lluch Mesquida, C. (coords.) (2001). *Comunicaciones móviles de tercera generación*. Madrid: Telefónica Móviles España.
- Huidobro, J. M. (2006). *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Madrid: Thomson-Paraninfo.
- Huidobro, J. M. (2011). *Radiocomunicaciones*. Madrid: Creaciones Copyright.
- Huidobro, J. M. (2013) *Comunicaciones por radio*. Madrid: Ra-Ma.
- Iranzo, J. (2000). *La sociedad de la información en España*. Madrid: Instituto de Estudios Económicos.
- Maestre Yenes, P. (2000). *Diccionario de gestión del conocimiento e informática*. Madrid: Dintel.
- Martín, O. y Rodríguez, M. (coords.) (1998). *25 años de la transmisión de datos*. Madrid: Telefónica Transmisión de Datos.
- Martínez, A.; Gallego, N.; Romero, R. y Romeo, J. M. (1999). *Telefónica. Setenta y cinco años: 1924-1999*. Madrid: Telefónica.
- Olivé, S. (1999). *Primeros pasos de la telecomunicación*. Madrid: Fundación Vodafone.
- Palacio, M. (2001). *Historia de la televisión en España*. Barcelona: Gedisa.

- Pérez, J. (2002). *Horizonte de las telecomunicaciones españolas*. Madrid: J de J Editores.
- Pérez, O. (coord.) (2006). *De las señales de humo a la sociedad del conocimiento*. Madrid: COIT.
- Pérez, O. (coord.) (2008). *Detrás de la cámara. Historia de la televisión y de sus 50 años en España*. Madrid: COIT.
- Plaza Bañón, C. (1999-2002). *Informe anual telecomunicaciones y tecnologías de la información*.
- Rico, C. (coord.) (2001). *Madrid, nodo de comunicaciones por satélite*. Madrid: Dirección General de Investigación.
- Romero Frías, R. (coord.) (1994). *Colección histórico-telefónica de Telefónica*. Madrid: Fundación Arte y Tecnología (Telefónica).
- Sáez Vacas, F. (2004). *Más allá de Internet: la red universal digital*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Standage, T. (1998). *El Internet de la época victoriana*. Madrid: Walker & Company.
- Veà Baró, A. (2002). *Historia, sociedad, tecnología y crecimiento de la red* (tesis doctoral).

# Acrónimos tecnológicos

- 3D. Tres Dimensiones
- 2/3/4/5G. Segunda/Tercera/Cuarta/Quinta Generación de móviles
- ADSL. *Asymmetric Digital Subscriber Line*
- AM. Amplitud Modulada
- AMPS. *Advanced Mobile Phone System*
- ARPANET. *Advanced Research Projects Agency Network*
- ARPU. *Average Revenue Per User*
- ASCII. *American Standard Code Information Interchange*
- ATM. *Asynchronous Transfer Mode*
- BASIC. *Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*
- BIOS. *Basic Input/Output System*
- BTS. *Base Transceiver Station*
- CATV. Cable Televisión
- CB. *Citizen's Band*
- CDMA. *Code Division Multiple Access*
- CD-ROM. *Compact Disk-Read Only Memory*
- CM. *Cable Modem*
- COBOL. *COmmon Business-Oriented Language*
- COSPAS. *Cosmicheskaya Sistema Poiska Unvarynyh Sudov*
- CP/M. *Control Program for Microcomputers*
- CPU. *Central Process Unit*
- CRT. *Cathode Ray Tube*
- DAV. *Digital Audio Broadcasting*
- DBS. *Direct Broadcast Satellite*
- DECT. *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*
- DNS. *Domain Name System*
- DOS. *Disk Operating System*
- DQPSK. *Differential Quadrature Phase-Shift Keying*
- DSL. *Digital Subscriber Line*
- DTH. *Direct To Home*
- DVB-C. *Digital Video Broadcasting-Cable*
- DVB-S. *Digital Video Broadcasting-Satellite*
- DVB-T. *Digital Video Broadcasting-Terrestrial*
- DVD. *Digital Versatile Disc*
- DVI/HDMI. *Digital Visual Interface/High-Definition Multimedia Interface*
- EBCDIC. *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*
- ECS. *European Communication Satellite*
- ENIAC. *Electronic Numerical Integrator And Computer*
- FI. Frecuencia Intermedia
- FM. Frecuencia Modulada
- FORTRAN. *FORmula TRANslating system*
- FTP. *File Transfer Protocol*
- FTTH. *Fiber To The Home*
- GEO. *Geosynchronous Earth Orbit*
- GMPCS. *Global Mobile Personal Communications by Satellite*
- GNU. GNU's Not UNIX
- GPRS. *General Packet Radio Service*
- GPS. *Global Positioning System*
- GSM. *Global System for Mobiles*
- HALE. *High-Altitude, Long-Endurance*
- HD. *High Definition*
- HDTV. *High Definition TV*
- HFC. *Hybrid Fibre Coaxial*
- HLR. *Home Location Register*
- HSPA. *High Speed Packet Access*
- HTML. *Hyper Text Markup Language*
- HTTP. *Hyper Text Transfer Protocol*
- IMAP. *Internet Message Access Protocol*
- IMEI. *International Mobile Equipment Identity*
- IMT-2000. *International Mobile Communications 2000*
- IoT. *Internet of Things*
- IP. *Internet Protocol*
- IPv4. *IP Version 4*
- IPv6. *IP Version 6*
- JDS. Jerarquía Digital Síncrona
- LCD. *Liquid Crystal Display*
- LED. *Light Emitting Diode*
- LEO. *Low Earth Orbit*

- LMDS. *Local Multipoint Distribution Service*  
LTE. *Long Term Evolution*  
M2M. *Machine to Machine*  
MB. *Mega Byte*  
MDF. *Multiplex por División de Frecuencia*  
MEO. *Medium Earth Orbit*  
MIC. *Modulación por Impulsos Codificados*  
MIMO. *Multiple Input-Multiple Output*  
MIPS. *Million Instructions Per Second*  
MMS. *Multimedia Message Service*  
MP3. *MPEG-1 Audio Layer III*  
MPEG. *Moving Picture Experts Group*  
MS. *Mobile Station*  
MS-DOS. *Microsoft-Disk Operating System*  
NFC. *Near Field Communication*  
NGN. *New Generation Networks*  
NMT. *Nordic Mobile Telephony*  
NTSC. *National Television System Committee*  
OFDM. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*  
OMR. *Operadores Móviles con Red*  
OMV. *Operadores Móviles Virtuales*  
OS/2. *Operating System/2*  
P2P. *Peer-to-Peer*  
PABX. *Private Automatic Brand Exchange*  
PAL. *Phase Alternating Line*  
PBX. *Private Brand Exchange*  
PC. *Personal Computer*  
PC-32. *Pentaconta 32*  
PDH. *Plesiochronous Digital Hierarchy*  
PDP. *Plasma Display Panel*  
PIN. *Personal Identification Code*  
PIRE. *Potencia Isotrópica Radiante Equivalente*  
PLC. *Power Line Communication*  
PM. *Phase Modulation*  
POP. *Post Office Protocol*  
PTR. *Punto de Terminación de Red*  
QBit. *Quantic Bit*  
RAM. *Random Access Memory*  
RDSI. *Red Digital de Servicios Integrados*  
RF. *Radio Frecuencia*  
RFC. *Request For Comments*  
ROM. *Read Only Memory*  
RTC. *Red Telefónica Conmutada*  
S12. *Sistema 12*  
SAR. *Servicio Aéreo de Rescate*  
SARSAT. *Search And Rescue Satellite-Aided Tracking*  
SD. *Standard Television*  
SDH. *Synchronous Digital Hierarchy*  
SDTV. *Standard Definition Television*  
SECAM. *Séquentiel Couleur à Mémoire*  
SIM. *Subscriber Identity Module*  
SMS. *Short Message Service*  
SOHO. *Solar and Heliospheric Observatory*  
SPU. *Servicio Público Universal*  
SS7. *Sistema de Señalización n.º 7*  
STB. *Set Top-Box*  
TACS. *Total Access Communication System*  
TAT-1. *Trans-Atlantic Telecommunication-1*  
TAV. *Telefonía Automática en Vehículos*  
TCP/IP. *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*  
TDM. *Time Division Multiplexing*  
TDT. *Televisión Digital Terrestre*  
TESYS. *Telefónica, Secoinsa y Sitre*  
TETRA. *Terrestrial Trunked Radio*  
TMA-450. *Telefonía Móvil Automática 450 MHz*  
TPV. *Terminal Punto de Venta*  
TRAC. *Telefonía Rural de Acceso Celular*  
TSH. *Telegrafía Sin Hilos*  
TVAD. *Televisión de Alta Definición*  
UHF. *Ultra-High Frequency*  
UMTS. *Universal Mobile Telecommunications System*  
URL. *Universal Resource Locator*  
USB. *Universal Serial Bus*  
VDSL2. *Very high-bit-rate Digital Subscriber Line 2*  
VHF. *Very High Frequency*  
VHS. *Video Home System*  
VLR. *Visitor Location Register*  
VoIP. *Voice over IP*  
VSAT. *Very Small Aperture Terminal*  
Wi-Fi. *Wireless-Fidelity*  
WWW. *World Wide Web*  
X.25. *Conmutación de paquetes X.25*  
XDSL. *X Digital Subscriber Line*



