



## EL TELÉGRAFO Y EL TELÉFONO



## EL TELÉGRAFO: EL TELÉGRAFO ÓPTICO Y EL ELÉCTRICO

Desde la prehistoria, el hombre ha utilizado sistemas, como las señales de humo, para comunicarse a distancia. El *telégrafo* también es un sistema de comunicación a distancia que permite transmitir mensajes siguiendo un código predefinido.

A finales del siglo XVIII aparecieron los *telégrafos ópticos*. En Francia, Claude Chappe desarrolló un sistema para transmitir señales mediante las distintas posiciones de tres brazos de madera articulados. De acuerdo con el código establecido por Chappe, las distintas posturas de los brazos permitían transmitir más de 8 000 palabras.

Con el sistema Chappe se levantaban torres cada 10 o 15 km entre las dos terminales principales, para que repitieran las señales emitidas. Así, en la torre repetidora se observaba la señal de la torre precedente mediante un catalejo y se repetía el mensaje para la siguiente torre. En 1792 el invento de Chappe fue adoptado por la Asamblea Nacional francesa. Debido a su potencial uso en el campo militar, en poco tiempo se construyeron dos líneas telegráficas: una entre París y Lille, y otra entre París y Landau, en la actual Alemania.

Además del telégrafo óptico francés, existieron otros sistemas telegráficos, como el que presen-

tó, sin mucho éxito, el catalán Francisco Salvá, en 1793. A mediados del siglo XIX ya se habían instalado redes de telegrafía óptica en muchos países europeos. Sin embargo, las comunicaciones se limitaban al interior de cada país y, por lo general, se mantenían al servicio de los estados.

Con la aplicación de los sistemas eléctricos al telégrafo se consiguió la expansión de las telecomunicaciones en la sociedad. Los avances técnicos que precedieron a la aparición del nuevo *telégrafo eléctrico* fueron la pila voltaica (y el posterior generador de corriente eléctrica) y el electroimán, a partir de las investigaciones del danés Hans Christian Oersted y los franceses André-Marie Ampère y Francois Arago.

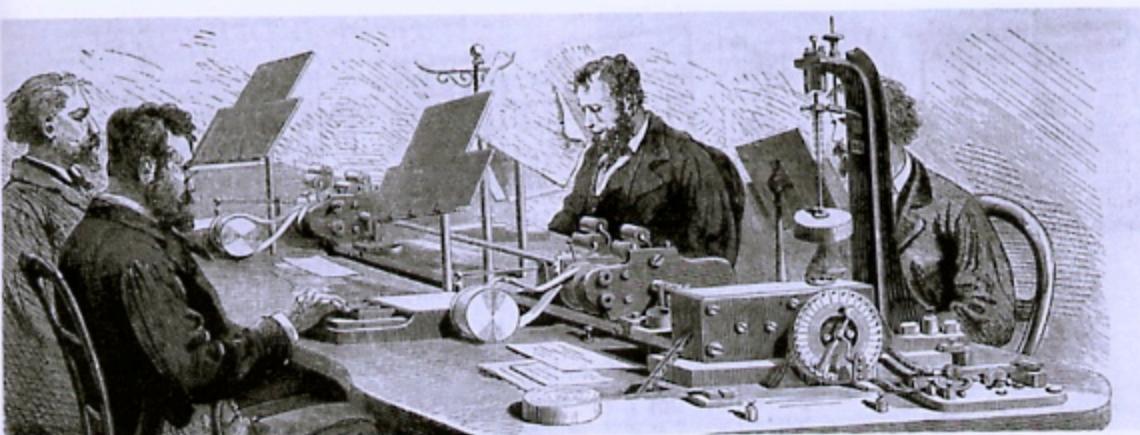
En 1835, y casi al mismo tiempo, aparecieron distintos modelos de telégrafos eléctricos: el de William Cooke y Charles Wheatstone en el Reino Unido y el de Samuel Finley Breese Morse en Estados Unidos. Sin embargo, fue Samuel Morse quien ideó el sistema que había de suponer la expansión definitiva del telégrafo.

Después de presentar su telégrafo, transcurrieron algunos años antes de que los estadounidenses descubrieran la utilidad del invento. Morse hizo la primera demostración al enviar mensajes a través de cables metálicos entre Baltimore y Washington. Esta línea fue la primera que se construyó, una vez aprobada por el congreso de Washington en 1844.

El telégrafo de Samuel Morse se basa en un código de puntos y rayas que representa cada una de las letras del alfabeto. El receptor descifra el mensaje mediante un código previamente establecido: el *código Morse*. En lo que se refiere a los aspectos técnicos, el sistema consta de una palanca provista de un muelle que, al ser pulsado, cierra un circuito eléctrico y envía corriente a la línea. El receptor está constituido por un electroimán con una armadura unida a una palanca de hierro que se mueve sobre un eje horizontal. Cuando la corriente circula por la línea, hace que el electroimán ejer-



El telégrafo fue en su época el medio más eficaz de transmisión de información. Fueron muchos los ámbitos en que fue aplicado, y muchas las situaciones en que resultó crucial.



za tracción sobre la palanca. Entonces uno de los extremos de ésta golpea la cinta de papel, que se va desenrollando arrastrada por unos rodillos impulsados mediante un mecanismo de relojería, y una ruedecilla entintada marca una raya o un punto, según la duración del impulso de corriente.

Con el tiempo, otros inventos fueron mejorando el aparato Morse: David Hughes consiguió la impresión directa de las letras del alfabeto sobre una banda de papel y Jean-Maurice-Émile Baudot inventó un aparato capaz de hacer transmisiones múltiples que, además, imprimía directamente mensajes en caracteres tipográficos.

A mediados del siglo xix, se tendió el primer cable entre Gran Bretaña y el continente europeo. Después, se tendió el cable submarino entre Europa y América. Esta red telegráfica submarina suprimió las fronteras físicas para las telecomunicaciones. En 1901, Guglielmo Marconi dio un paso más introduciendo la *telegrafía inalámbrica*, sin cables, y consiguió establecer una comunicación transoceánica. De esta manera, las emisiones electromagnéticas sustituyeron a los cables metálicos, y se pudieron realizar emisiones a una mayor distancia. Sin embargo, muchos de los cables submarinos se siguieron utilizando hasta mediados del siglo xx.

## Experiencia con el código Morse



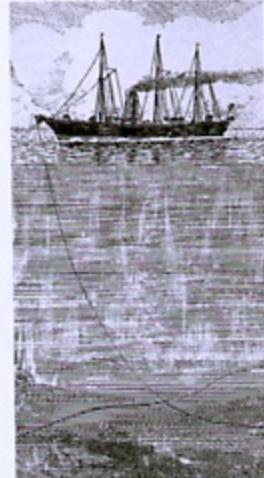
Conviértete en telegrafista. Para ello sigue el código Morse que aparece junto a estas líneas y construye tus propios mensajes con las rayas y los puntos. Despues, intercambia los con tus compañeros e intentad descifrarlos para establecer una comunicación. Por ejemplo: para decir «Hola», escribirás **..... / --- / . . . / . .**.

### Código Morse

El norteamericano Samuel F. B. Morse inventó un código para representar letras y números que se transmitía mediante la pulsación eléctrica o mediante señales visuales. Después de dedicarse a la pintura durante algún tiempo, campo en el que adquirió cierta notoriedad, se dedicó a la investigación de los fenómenos electromagnéticos y creó el código Morse.

El código está compuesto de rayas para señales largas, puntos para señales cortas y espacios para separar ambos tipos de señales. Mediante la combinación de rayas, puntos y espacios se pueden crear mensajes que incluyan tanto letras como números, pero tanto el receptor como el transmisor deben conocer el código del alfabeto para poder cifrar y descifrar el mensaje.

El código Morse fue adoptado no sólo como código estadounidense, sino que en 1851 se convirtió en el Código Morse Internacional o Continental, tras algunas modificaciones realizadas por un grupo de estados europeos.



En 1866 se tendió el primer cable transoceánico entre Europa y América. Los problemas que presentó quedaron superados con la invención del telégrafo inalámbrico por Marconi.

### Código Morse

Letras		Números	
A ..-	M --	Y ---	4
B ....	N --	Z ---	5
C ....	O ---	Números	6 .....
D ...	P ---	1 -----	7
E	Q ---	2 -----	8 - - - -
F ....	R ---	3 -----	9 - - - -
G --	S ...	0 - - - -	
H ....	T -		
I ..	U ...	punto	
J	V ....	error	
K ---	W	comienzo de transmisión -	
L ....	X ....	fin de transmisión - -	

El físico escocés Alexander Graham Bell (1847-1922) durante la primera comunicación telefónica entre Nueva York y Chicago, en 1892. A él se debe la patente del primer teléfono, que completó en 1876.



El modelo Neophone, de 1929, destaca por su disco selector de diez agujeros, que fue la principal herramienta de marcado hasta la irrupción del sistema de panel, generalizado en la actualidad.

En 1876, dos personas se disputaban la patente del teléfono: Graham Bell y Elisha Gray. Finalmente, el Tribunal Supremo de Estados Unidos falló en favor de Alexander Graham Bell porque su solicitud de patente fue presentada unas horas antes que la de su contrincante. Sin embargo, como la mayoría de los inventos, el teléfono nació gracias a un conjunto de descubrimientos anteriores. Y también en Europa existían ya aparatos similares.

El primer dispositivo que incorporaba el teléfono fue el *micrófono* que, con el *altavoz* (cuyo funcionamiento es, en esencia, inverso al del anterior), aún constituye el dispositivo principal de los teléfonos actuales. El estadounidense David Hughes, el inglés Humming y el francés Louis Berthon realizaron los primeros micrófonos, pero fue Thomas A. Edison quien aumentó su capacidad.

Al principio, la expansión del teléfono fue lenta porque ya existía el telégrafo y porque el teléfono sólo podía utilizarse para transmisiones entre distancias cortas que, a menudo, se limitaban a los núcleos urbanos. Además, se quiso aprovechar la red telegráfica para las comunicaciones telefónicas, sin tener en cuenta que el cable metálico del telégrafo sólo permitía la transmisión en una di-

## Origen del strowgler

El primer cuadro conmutador automático fue obra del empresario de pompas fúnebres Almon B. Strowgler. El objetivo de su invento era de aspecto económico: evitar la pérdida de dinero cada vez que la telefonista de Kansas City se «equivocaba» de número, cuando llamaban clientes solicitando sus servicios funerarios. Sus sospechas no eran infundadas: la operadora de la ciudad era la esposa de su competidor en el negocio funerario.

## Telefonear a principios del siglo xx

A principios del siglo xx realizar una llamada resultaba muy complicado. Cuando el abonado descolgaba su teléfono, la operadora observaba una lucesita roja en su cuadro de abonados. Ésta se conectaba a la línea para conocer con qué número quería comunicar el usuario. Entonces, debía ponerse en contacto con la operadora de la centralita que correspondía al destinatario de la llamada. La segunda operadora llamaba a su vez al abonado de su zona, mientras que la primera operadora mantenía conectado a su abonado.

rección. Fue necesario levantar una red telefónica de dos hilos para poder efectuar comunicaciones bidireccionales (entre emisor y receptor y viceversa). Más adelante, atendiendo a motivos estéticos, se pensó en desarrollar una red de cables subterráneos que no afeara las ciudades.

Con los avances técnicos, sobre todo con la *comutación*, se aceleró el crecimiento de las redes telefónicas, que permitía establecer conexiones entre los distintos abonados. Este aspecto, hoy tan normal, significó una gran novedad respecto al telégrafo, que sólo permitía las comunicaciones de un punto preestablecido a otro. Con la comutación se abrió la posibilidad de poner en contacto a un usuario con cualquier abonado que dispusiera del sistema. Así nacieron las *centralitas*, desde las que se realizaban las conexiones entre los abonados de manera manual.

A finales del siglo xix, un empresario de Estados Unidos presentó un nuevo sistema que agilizaría las conexiones entre abonados: el *strowgler*, que adoptó el nombre de su inventor. Se trataba de un mecanismo de selección automática dispuesto tanto en la centralita como en el aparato del usuario, y transformó para siempre las comunicaciones telefónicas. Otra innovación importante fue el *disco selector de diez agujeros*, que permitía transmitir a la central el número del destinatario. Con el tiempo, se instalaron sistemas más prácticos de comutación, como el *sistema de panel*.

Desde su aparición hasta hoy, las comunicaciones telefónicas han seguido perfeccionándose. Algunas de las innovaciones más importantes que tuvieron lugar durante el siglo xx fueron: los *repetidores* o amplificadores de señal, la *radiodifusión*, la

fibra óptica, el uso de satélites artificiales como repetidores, la tecnología celular, las técnicas de multiplexión o superposición de varias comunicaciones simultáneas, y la digitalización de las centralitas.

## ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO

Un aparato telefónico combina dos elementos básicos para su funcionamiento: el *transmisor* y el *receptor*. Para enviar mensajes se utiliza el transmisor, mientras que para recibirlos es necesario un receptor. Así, el transmisor corresponde al *micrófono* por el que se habla. En cambio, el receptor es el *auricular*, en donde se halla un pequeño altavoz.

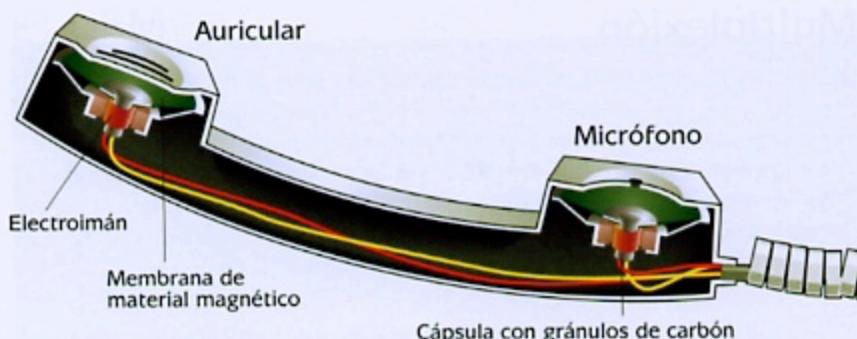
Antes de enviar un mensaje del transmisor al receptor, la voz debe transformarse en señales eléctricas. El aparato encargado de esta transformación es el micrófono. Éste consta de una membrana elástica, detrás de la cual se encuentra un recipiente con pequeñas partículas (originariamente, de carbón) que, al hablar, vibran. El movimiento de las ondas sonoras se transmite a la membrana, y de ésta, a las partículas. La vibración altera la intensidad de la corriente eléctrica que circula a través de las partículas. Las señales eléctricas que conforman el mensaje son transportadas a través de las ondas eléctricas.

Al llegar al receptor del destinatario, los circuitos electrónicos seleccionan las señales eléctricas y éstas llegan al auricular, que las transforma en sonidos. El auricular está formado por barritas de hierro envueltas con el conductor por donde circula la señal eléctrica recibida. Las barritas de hierro actúan como electroimanes, que atraen una membrana metálica con más o menos fuerza, en función de la cantidad de electricidad que está circulando por el conductor. Al vibrar la membrana se reproducen los sonidos emitidos por el emisor.

### El recorrido de la llamada

La llamada empieza cuando el usuario descuelga el teléfono: en ese momento se establece una conexión entre el aparato del abonado y su central telefónica. El acceso del abonado a la central local se realiza mediante la denominada *red de acceso*, integrada en la red telefónica. Cada central local agrupa todos los teléfonos de una zona determinada y se encuentra enlazada con otras de mayor capacidad.

Una vez marcado el número del destinatario, la secuencia numérica es enviada a la central. Desde



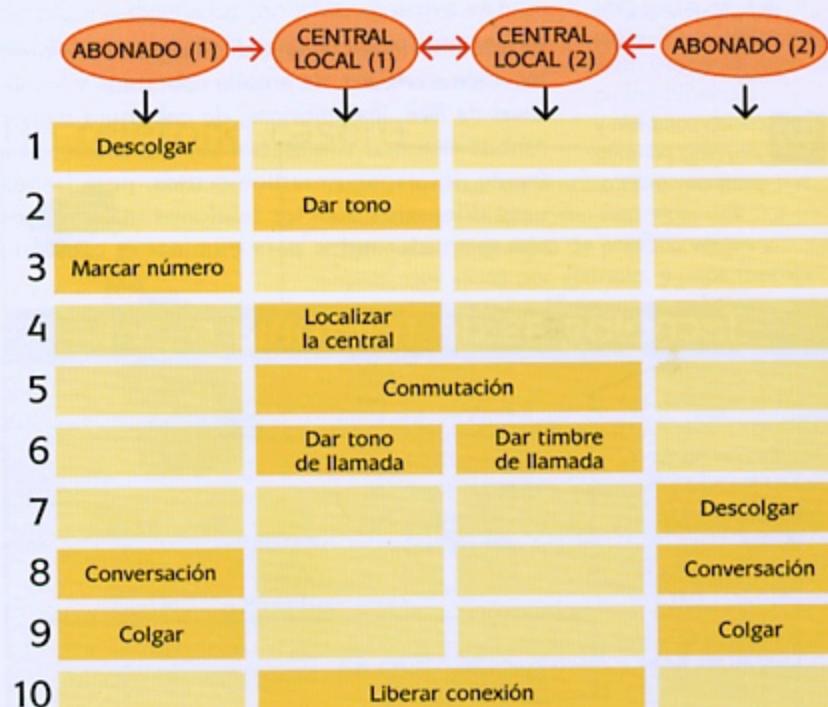
allí, se localiza la central a la que está conectado el destinatario. Así, una vez en la central de destino, se produce la conmutación o reserva de la trayectoria para poner en contacto ambos abonados, y se avisa al destinatario con un timbre. Como la vía utilizada depende de la disponibilidad de canales entre las diversas centrales que intervienen, no siempre será la misma, aunque se trate de los mismos abonados.

Para finalizar la comunicación, los abonados deben colgar el teléfono. En este momento, la central local vuelve a ponerse en marcha en sentido inverso para dejar libres los canales utilizados y posibilitar nuevas llamadas.

El usuario suele estar enlazado a su central mediante cables de cobre, mientras que las centrales están conectadas entre sí mediante cable coaxial, fibra óptica, microondas o satélites artificiales.

Sección del auricular de un teléfono con el auricular, en el extremo superior, que permite reproducir la señal, y el micrófono, en el inferior, para captar las ondas sonoras y convertirlas en impulsos eléctricos.

Esquema del recorrido de una llamada telefónica, desde que el abonado descuelga el aparato hasta que la central local libera la conexión después de colgar.



## Multiplexión

El sistema que permite enviar miles de llamadas de doble dirección al mismo tiempo y a través de un único cable o canal se denomina *multiplexión*. Así, se pueden enviar simultáneamente ondas portadoras con frecuencias diferentes, tanto por aire como por cable, de manera que no se mezclen las señales. La multiplexión nació como respuesta a la masificación de las comunicaciones telefónicas, y sirve para rentabilizar las infraestructuras de comunicaciones existentes.

Como refleja el gráfico de la derecha, el 58 % de la población española cuenta con un teléfono móvil. Además, el 52,3 % lo utiliza a diario.  
(Fuente: CIS)



En la actualidad, los teléfonos móviles incluyen dispositivos propios de los PC, como este dispositivo móvil que incorpora un teclado completo y una pequeña pantalla con resolución gráfica.

Por una parte, la red telefónica está formada por las centrales de conmutación, los equipos de transmisión, que transmiten las señales entre las distintas centrales de conmutación, y toda la infraestructura formada por cables y canales. Pero, además, la red telefónica comprende la red de acceso entre el abonado y la central local y la red que pone en contacto a todos los usuarios. Las centrales modernas están digitalizadas, con lo que, además de la transmisión de voz, ofrecen otros servicios: videoconferencias, llamada en espera, transmisión de datos, etc.

## TELEFONÍA MÓVIL

La expansión de la *telefonía móvil* durante los últimos años del siglo XX y principios del XXI ha sido espectacular; esto es debido en parte al hecho de que, en la actualidad, cualquier móvil ofrece los mismos o más servicios que un teléfono fijo, pero con la ventaja de que el usuario puede realizar y recibir llamadas mientras se desplaza.

La telefonía móvil incluye dos sistemas distintos: los *sistemas celulares*, de amplia cobertura, y los *sistemas sin hilos*, inalámbricos, de cobertura menor. Ambos sistemas establecen sus transmisiones a través del espectro radioeléctrico, pero tienen usos diferentes. Así, los teléfonos inalámbricos son muy adecuados para eliminar el cableado



dentro de un edificio porque dan acceso a las redes fijas públicas a los usuarios que efectúan pequeños desplazamientos (de sólo algunos metros) dentro de la casa o de una empresa, en el transcurso de una conversación telefónica. Pero los inalámbricos precisan estar siempre cerca de un mismo lugar. En cambio, los sistemas celulares (conocidos popularmente como los «móviles») facilitan la comunicación entre usuarios que no deben estar localizados en un punto fijo, siempre que dispongan de cobertura.

Existen dos tecnologías para la telefonía móvil: la *analógica* (hoy en progresivo desuso) y la *digital* (en clara expansión). De hecho, la tecnología digital aparece como respuesta a la necesidad de aumentar la capacidad del sistema, debido a las limitaciones del espectro radioeléctrico. Con la tecnología digital se codifica la voz en ceros y unos, y tiene la ventaja de que permite utilizar el mismo canal de frecuencias que otras señales con mayor calidad sonora.

Para dar cobertura a una determinada zona geográfica, se divide el territorio en *células* de forma hexagonal. Cada célula tiene su *estación base*, de manera que se pueden reutilizar las frecuencias y atender a un mayor número de abonados. Al aumentar la demanda, se colocan unas antenas que incrementan la capacidad del sistema según las necesidades. Para que el abonado pueda disponer de buena cobertura, es necesario situar antenas en todo el territorio que se desea cubrir. En las ciudades existen más antenas de telefonía móvil que en las zonas rurales porque hay una mayor demanda. Esta red de *telefonía móvil automática* o TMA proporciona los mismos servicios que la red de telefonía fija.

## Tecnologías de telefonía móvil

### ANALÓGICOS

Norma estadounidense:

AMPS, (E)TACS

Norma japonesa:

NTT, NAMT

Norma nórdica:

NMT-450, NMT-900

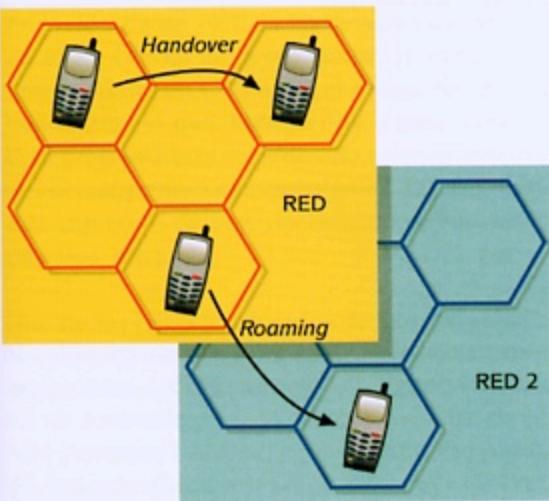
### DIGITALES

Estándar europeo:

GSM

Otras normas:

TDMA, CDMA, PDC, D-AMS, UMTS, etc.



Los teléfonos móviles enlazan a través de las ondas electromagnéticas con las estaciones base que hay en la zona de cobertura. Siempre sintonizan con la estación más cercana. Por eso, cuando un usuario se está desplazando, su teléfono va pasando de una estación a otra. El sistema celular de TMA se encarga de localizar la posición del móvil y dirigirlo automáticamente hacia la estación más adecuada. Esta capacidad se llama *itininerancia* o *roaming*, y es muy útil porque permite también que el usuario se desplace por las redes de distintos operadores, y que el coste de la llamada se facture a un solo operador. Otro mecanismo automático del sistema celular es el *handover*, que permite pasar de una célula a otra sin que se deteriore o se pierda la señal.

### INTERNET A TRAVÉS DEL TELÉFONO

Internet es una gran red que conecta muchas redes informáticas de todo el mundo. Todos los ordenadores y equipos informáticos que están conectados a Internet pueden intercambiar información. Para enlazarse, utilizan diversos sistemas, entre los que se cuentan las líneas telefónicas. De esta manera, es posible enviar y recibir datos informáticos desde el ordenador a través del teléfono. Los distintos sistemas para conectar el terminal del usuario a Internet son: las líneas telefónicas formadas por cables de par trenzado de cobre (es lo más barato y lo más utilizado); de fibra óptica de vidrio y cable coaxial (permiten transmitir datos a altas velocidades); y enlaces de microondas, (también de gran velocidad).

Pero aunque la mayoría de los usuarios accede a Internet a través del ordenador, también es posible hacerlo mediante el teléfono móvil. Sólo es necesario disponer de un teléfono móvil WAP, que

## El GSM

El GSM o *Sistema Global de Comunicaciones Móviles* es la unificación europea de los distintos sistemas móviles digitales para sustituir los diversos sistemas analógicos en uso. Algunos de los servicios del GSM son: comunicación telefónica de voz, multiconferencia, transmisión de datos sin necesidad de módem externo, indicación del coste de la llamada, recepción de mensajes cortos o SMS, restricción de llamadas, buzón de voz, desvío de llamadas, indicación de llamada en espera, etc.

El GSM presenta muchas ventajas técnicas, pero quizás la más interesante sea la de que con él se pueden realizar y recibir llamadas en todos los países que dispongan de este estándar.

presenta una pantalla un poco mayor que los móviles corrientes y dispone de un pequeño navegador de Internet.

*La itinerancia o roaming permite desplazarse entre redes de operadores distintos.*

WAP significa *Protocolo de aplicaciones inalámbricas* (Wireless Application Protocol, en inglés). Se trata de un protocolo estándar, basado en Internet, que permite efectuar operaciones de comercio electrónico, realizar y recibir llamadas y transmitir mensajes. Otras aplicaciones son el acceso a información de intranets (por ejemplo, la red de ordenadores de una empresa), a noticias breves (información bursátil o meteorológica, horarios, etc.) o a juegos. La tecnología WAP utiliza el lenguaje WML, que posibilita la comunicación entre los usuarios y los servidores de la Red. Este lenguaje está concebido para poder diseñar páginas web con menos recursos multimedia que las creadas con HTML y otros lenguajes de diseño de páginas web. Cuando la web no dispone de páginas diseñadas con WML, se activa un filtro que las adapta para la pantalla del teléfono móvil.



*La navegación por Internet a través de terminales móviles es una realidad con la tecnología WAP.*

### Un teléfono casero

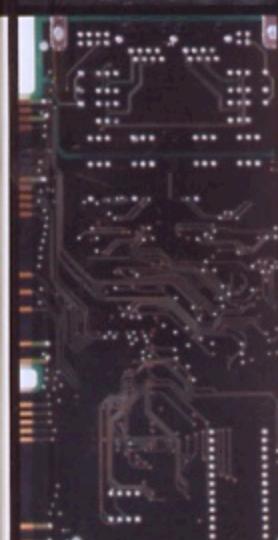
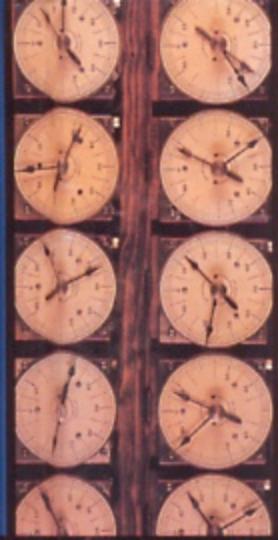


El dispositivo telefónico más sencillo.

Puedes construir un sencillo teléfono para hablar con un amigo. Sólo necesitas dos recipientes metálicos o de plástico vacíos y limpios, dos vasos por ejemplo, y unos metros de cordel. Haz dos orificios en el fondo de los vasos presionando con un lápiz afilado y pasa el cordel por ellos, de manera que ambos queden unidos. Para que queden bien sujetos, debes hacer un nudo en los dos extremos del cordel por la parte interior de los vasos, de manera que el cordel no pueda salir del orificio. El cordel debe quedar tenso, por lo que deberás separarlos la distancia necesaria, tomando un vaso cada uno. Mientras uno habla dentro del

vaso, el otro escucha con el vaso en la oreja, y viceversa. La vibración de la voz se transmite a través del cordel y, de manera similar al teléfono, el aparato receptor convierte la vibración transmitida en ondas sonoras.





## VOLUMEN 7 CIENCIAS TÉCNICAS

# ENCICLOPEDIA TEMÁTICA ESCOLAR LAROUSSE

@

*Informática  
y comunicación*