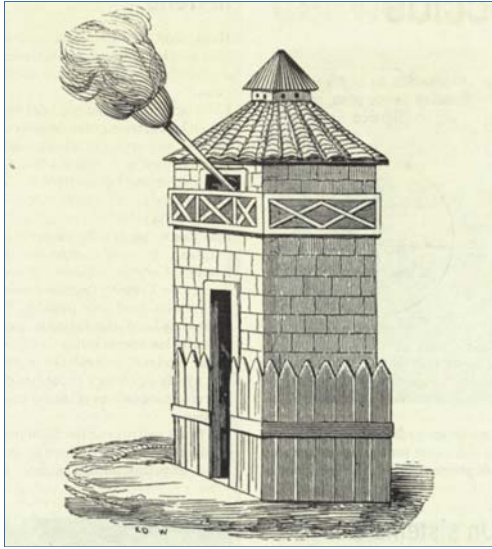


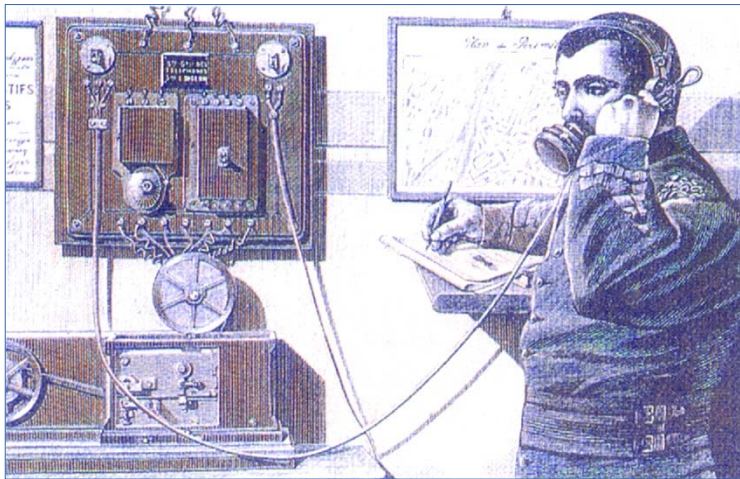
6.5



Torre telegráfica según una representación de la columna de Trajano
En Roma: las señales de humo se hacen salir por un tubo



Telégrafo óptico de Claude Chappe
instalado sobre el tejado del Louvre



Oficina telegráfica, a comienzos del siglo XX



En 1876 Alexander Graham Bell lleva a cabo por primera vez una conferencia telefónica desde Boston a Salem a una distancia de 22 km.

T
E
L
É
G
R
A
F
O
Y
T
É
L
E
F
O
N
O

TELÉGRAFO y TELÉFONO

Desde tiempo inmemorial el hombre ha querido transmitir su pensamiento a larga distancia (*tele=lejos, graphein=escribir*), valiéndose para ello al principio de hogueras o luces colocadas en algún punto elevado; pero este medio, demasiado imperfecto, sólo podría comunicar un signo, o cuando más muy pocos. A fines del siglo XVIII, el ingeniero y clérigo francés *Claude Chappe* inventó un aparato (que se llegó a llamar *semáforo*) para comunicar con sus hermanos, distantes media legua, y este fue el origen del sistema de telégrafos, que presentado por el mismo Chappe adoptó en Francia la Convención Nacional en 1793, y que también fue adoptado en Inglaterra tres años después, y mucho más tarde en España.

En 1796, el doctor *Salvá* de Barcelona, hizo funcionar un aparato telegráfico ante la Real Academia de Ciencias de Barcelona. Estaba formado por 17 pares de alambres forrados con cinta de papel, cada uno destinado a transmitir una letra. La transmisión se verificaba con la electricidad de una botella de Leyden, que hacía saltar una chispa en los extremos de cada dos alambres, según la letra que se quería representar. “El Sr. Salvá, protegido por el primer Ministro de Carlos IV, repitió ante el Monarca y su Corte las pruebas del invento, con gran satisfacción y aplauso de todos”, según consta en la *Gaceta de Madrid de 29 de Noviembre de 1796*, afirmando además que el Infante D. Antonio, muy dado a los estudios de la Física, se proponía ampliar y perfeccionar dicho telégrafo. Poco después, hubo pruebas reiteradas, entre Madrid y Aranjuez; pero poco después fue olvidado el aparato, y en 1824 pasó al Museo de Farmacia de San Fernando.

El telégrafo óptico de Chappe se compone de unas reglas móviles verticales colocadas en punto elevado, que indicaban números que se identificaban con letras, palabras y frases. Estos signos diferentes, vistos con un antejo desde otra estación, y reproducidos en ella, van trasmitiéndose de una a otra, desde la que comunica hasta la que recibe. Cientos de torres entre ciudades permitían transmitir un mensaje de cincuenta señales en menos de una hora, superando al más rápido de los correos. La difusión de noticias sobre las guerras que mantenía Francia fue su gran logro.

Estos telégrafos fueron de una gran importancia, a pesar de los inconvenientes que presentaban, pues para transmitir era necesario una atmósfera despejada y la luz del día, siendo además muy lenta la transmisión, y muy costoso el establecimiento de una línea. También se ideó hacer la transmisión por medio de luces durante la noche.

Con el avance de la electricidad, se vio que tenía propiedades que la hacían apropiada para la transmisión de señales a distancia. Dada su gran velocidad al pasar por los cuerpos buenos conductores, y su permanencia en un hilo conductor, permite llevarla a un sitio determinado.

Después de una serie de proyectos más o menos prácticos, los físicos *Gauss* y *Weber* se comunicaron telegráficamente en Göttingen, en 1833. Para ello unieron con dos hilos el Observatorio magnético y el Laboratorio de Física. Los hilos medían entre ambos unos 3.000 metros. Para mandar una señal, en la estación transmisora se introducía un imán en un carrete o se retiraba de él; este movimiento originaba corrientes de inducción, que, al transmitirse a la estación receptora, determinaban movimientos análogos en un núcleo de hierro en otro carrete.

En 1837, los ingleses *William Fothergill Cooke* y *Charles Wheatstone* patentan un telégrafo eléctrico de cinco hilos. En seguida se estableció una línea entre Londres y Birmingham. En 1838, *Samuel Morse* presenta en Estados Unidos su telégrafo eléctrico de un sólo hilo, que utiliza su famoso código. Es en 1843 cuando se construye la primera línea telegráfica entre Baltimore y Washington.

En 1838 la Academia de Ciencias de París da a conocer otro telégrafo eléctrico muy perfecto, realizado por el alemán *Steinheil*. Desde esa época el desarrollo de la telegrafía fue muy rápido. En España se establece la primera línea aérea entre Bilbao y Portugalete, para el servicio del puerto en 1847. En 1851 se crea una línea entre Madrid y Aranjuez, con el ferrocarril y en 1853 una tercera línea en el ferrocarril de Barcelona a Mataró.

En 1855, el inglés *David E. Hughes*, inventa en Estados Unidos, el primer telégrafo impresor. A partir

Ruiz Collantes, F. El laboratorio de Física del IES Cardenal Cisneros de Madrid de 1856 la Western Union Company, que ayudó a la colonización del Oeste americano, coloca en cada nuevo pueblo una oficina de telégrafos. En 1851 se tendió un cable submarino que cruzaba el Canal de la Mancha, lo que marcó el comienzo de la red telegráfica internacional. Hacía sólo un año que Francia había adoptado el telégrafo eléctrico, y aún había preferido el sistema de aguja de *Foy-Bréguet*, mucho menos práctico que el Morse. El telégrafo acababa de hacer realidad un gran capítulo en las comunicaciones. El siguiente sería el de la telegrafía sin hilos, cuyos inicios se confunden con los de la radio. En 1858 se terminó el tendido del primer cable a través del Atlántico, entre Irlanda y Terranova, aunque su plena utilización no se conseguiría hasta 1866.

En España, la decisión de promover la red telegráfica data de 1852. En 1855 ya se habían tendido miles de kilómetros. La red telegráfica fue financiada por el Estado y quedó bajo su gestión. El servicio sería controlado por el Cuerpo de Telégrafos, que fue creado en 1856. Su siguiente avance sería la conexión internacional: en 1883, la Península se conectó con Canarias y, desde 1891, con el norte de África.

En 1885, el alemán *Heinrich Hertz* construye un aparato con el cual produce ondas *herzianas*, y es a partir de ese momento cuando el italiano *Guglielmo Marconi* toma el relevo de las investigaciones con más asiduidad. En 1889, Marconi realizó la primera conexión telegráfica internacional.

“Señor Watson, venga aquí, necesito que me ayude”

Alexander Graham Bell (su primera conversación telefónica)

La transmisión de señales telegráficas hizo que pronto se desarrollara algún sistema para la transmisión de los sonidos y palabras.

El primero en realizar un sistema de transmisión del sonido a distancia parece haber sido el alemán *Philip Reis* en 1861. Su invento, muy sencillo, constaba de un transmisor y un receptor. El transmisor consistía en un circuito eléctrico que incluía una punta metálica en contacto con una cinta, también metálica, que a su vez descansaba sobre una membrana. El receptor, por su parte, presentaba una aguja metálica inserta en un bobinado y en contacto con una caja de resonancia. La longitud de la aguja variaba dependiendo de los impulsos eléctricos transmitidos por la punta metálica del transmisor. Según numerosos testimonios, el aparato de Reis consiguió transmitir palabras y música desde 1861.

Alexander Graham Bell en una de sus experiencias observó que, al hablar ante una fina capa de metal, ésta vibraba de forma similar a la voz. Al colocar esta membrana cerca de un electroimán, el flujo eléctrico reproducía lo dicho, que podía ser transmitido por un cable eléctrico. Bell construyó dos aparatos pequeños con este sistema, uno para hablar y el otro para escuchar. Y así se transmitió la primera frase de Bell a su ayudante, Thomas Watson, que se encontraba en una habitación contigua.

En 1876, inventa el teléfono, y dos años más tarde entra en funcionamiento la primera central telefónica en New Haven (Estados Unidos), y daba servicio a 21 líneas locales. Una operadora atendía a los primeros usuarios, interrumpiéndoles de vez en cuando, con la famosa clavija, para saber si habían terminado de hablar.

En 1889, *Almon B Strowner* diseña la primera central automática, para que su negocio de pompas fúnebres no perdiese ninguna llamada, al sospechar que sus competidores sobornaban a las operadoras.

Barcelona fue la primera ciudad en España donde se pusieron en venta los teléfonos de Bell. El primer circuito telefónico de doble hilo se ensayó entre Madrid y Aranjuez en 1878. En 1885 se creó en Madrid el primer servicio telefónico de carácter público, que dio cobertura a 49 abonados. En 1924 se constituye la Compañía Telefónica Nacional de España.

A partir de 1886, los avances más señalados derivaron de la incorporación de bobinas (1913) y de diversas técnicas que hicieron posible mantener más de una conexión sobre la misma línea (1916). Los nombres de *Thomas Alva Edison*, *Elisha Gray* o *Edardw Hughes* se encuentran estrechamente vinculados al desarrollo del teléfono.

TELÉGRAFO ELÉCTRICO

El principio de los telégrafos eléctricos es sencillísimo. Una pila, cuyos conductores van a formar el carrete de un electroimán, situado a distancia. Por ese conductor pasará una corriente cada vez que se cierre el circuito de la pila. La armadura del electroimán tiene en el extremo una palanquita, mantenida a corta distancia de él por un muelle. Tan pronto como en el carrete pase la corriente de la pila, el núcleo se imanará, siendo atraído el extremo de la palanca y quedando adherido a él mientras dure la corriente. Cuando ésta cese, la armadura se separará. Utilizando su movimiento de vaivén, será posible accionar desde lejos ciertos mecanismos que impriman alguna señal.

Las partes esenciales e indispensables para toda comunicación eléctrica son:

1.- Pila o generador de corriente: Las pilas destinadas a la telegrafía han de ser muy constantes, de potencial considerable y de manipulación sencilla. Si no tuvieran tensión suficiente, no podrían vencer la gran resistencia del circuito, que aunque formado por alambres gruesos, es muy largo.

2.- Línea: No es necesario unir las estaciones telegráficas con línea de ida y vuelta; es un hecho comprobado que, uniendo uno de los polos del generador de la corriente con un alambre o hilo de línea, y el otro polo con una buena instalación de tierra, circula la corriente del mismo modo que si la tierra fuera el conductor de vuelta. Esto simplifica la transmisión, reduciendo la resistencia del circuito a la mitad, con la economía consiguiente.

Las líneas telegráficas pueden ser *aéreas*, *subterráneas* y *submarinas*. Las aéreas están constituidas por un alambre delgado, sostenido por aisladores de porcelana, sujetos a postes de madera fijos en el suelo. En las subterráneas y submarinas, hay necesidad de aislar el conductor del suelo o del agua, dándole al mismo tiempo la necesaria resistencia, por lo cual, en vez de un sólo hilo, se emplea un haz de alambres delgados, de cobre, retorcidos para asegurar el contacto, envuelto por varias capas de gutapercha y hebras de cáñamo, y protegido todo por una capa de gruesos alambres de hierro que se arrollan en hélice. El conjunto forma un cable resistente de más de dos centímetros de diámetro.



Nº inv.: 06.5 / 322
Fecha desconocida
Fabric.: Telegraph Construction
Maintenance C^{ia} & L^{ted}
Latón, cobre y gutapercha
□ = 3 cm h = 15 cm



3.- Manipulador: Aparato destinado a transmitir los datos.

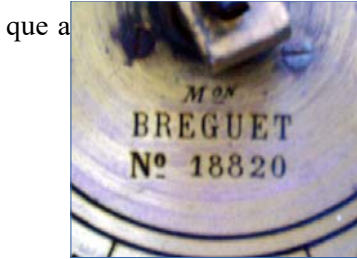
4.- Receptor: Aparato para recibir los datos

Los sistemas utilizados para la telegrafía, a principio del siglo XX, eran de diferentes tipos o sistemas. Veamos a continuación los modelos de nuestro laboratorio.

TELÉGRAFO DE CUADRANTE DE BREGUET

El manipulador de este telégrafo consta esencialmente de un cuadrante horizontal, con tantas divisiones como letras tiene el alfabeto, y un signo + o cruz, llamado *final*. Un manubrio, que recorre las divisiones del cuadrante, lleva un pequeño saliente que se introduce en cada en cada pausa en unos huecos situados junto a cada número. Arrastra el manubrio en su movimiento a una rueda acanalada situada bajo el cuadrante; las partes entrantes y salientes son las mismas que los signos y letras.

El mecanismo al que va unido la guja abre y cierra alternativamente el circuito, provocando interrupciones de corriente, través de la línea llegan al receptor.



Nº inv.: 06.5 / 323
Fecha: 1874
Fabricante: Breguet
Metal y madera
22,5 x 22,5 x 10 cm

El receptor lleva un cuadrante idéntico al del manipulador, pero vertical y recorrido por una aguja. El movimiento de ésta es debido a la acción de un electroimán, situado en la parte posterior del cuadrante; delante de él se halla su armadura de hierro dulce con su resorte, y a la cual va unida una palanca en forma de horquilla. Por cada movimiento de ésta, pasa un diente de una rueda que gira en el mismo plano del papel; la aguja indicadora, fija en el árbol de la rueda, recorre las divisiones del cuadrante.



Nº inv.: 06.5 / 324
Fecha: 1874
Fabricante: Breguet
Metal, madera y vidrio
25 x 17,3 x 21 cm

Nº inv.: 06.5 / 325
Fecha: 1874
Fabricante: Breguet
Meta y madera
22 x 22 x 28 cm



TELÉGRAFO MORSE

El telégrafo de cuadrante presenta dos ventajas: su manejo es muy sencillo y por otra parte no necesita largo aprendizaje ni ningún estudio científico, circunstancia importante en aquellas épocas iniciales del sistema, ya que las oficinas del ferrocarril era necesario que cualquier empleado recibiera y transmitiera los mensajes. También era menos expuesto a error el uso de las mismas letras del alfabeto, que el de otros signos convencionales.

En cambio, era un grave inconveniente el no dejar rastro alguno del telegrama transmitido para los casos en que hubiera que presentar reclamaciones y confrontaciones.

El sistema Morse tiene la ventaja que *imprime* los mensajes, y por tanto queda constancia escrita de ellos. **El transmisor o manipulador** se reduce a una palanca, mantenida mediante un resorte, en contacto con uno de sus extremos con un tope metálico, del que se separa cuando se hace una ligera presión sobre el otro extremo, el cual se apoya entonces sobre un tope metálico distinto. El eje de apoyo de la palanca y los dos toques metálicos indicados comunican mediante tornillos de conexión, respectivamente, con la línea, la pila y el receptor. De modo que cuando la palanca está en su posición normal, queda cortada la comunicación entre la pila y la línea, pero está cerrado el circuito entre la línea y el receptor, hallándose dispuesto éste para que las corrientes de otra estación actúen en él. Cada vez que se hace bajar la palanca, se corta la comunicación del receptor con la línea y se cierra el circuito entre ésta y la pila.



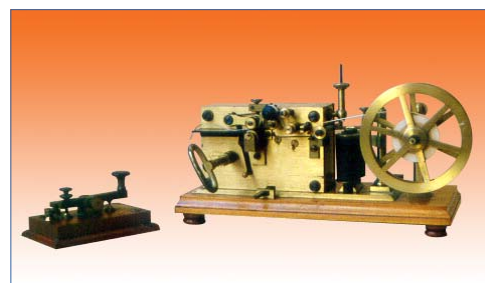
Nº inv.: 06.5 / 326
Nº ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante: Doignon. Malakoff
Metal, madera y ebonita
15,5 x 9,5 x 9 cm

Las señales convenidas en este sistema para representar letras y signos consisten en el número de emisiones de corriente y en la duración de éstas, que se obtiene prolongando o no el contacto de la palanca.

El receptor está constituido esencialmente por otra palanca, capaz de girar alrededor de un eje fijo, y lleva en un extremo una masa de hierro dulce, situada muy cerca del núcleo de un electroimán por el cual pasa la corriente procedente de la línea; un resorte mantiene separada la palanca mientras el electroimán está inactivo; pero cada vez que éste recibe la corriente, atrae el hierro dulce, haciendo girar a la palanca, y el extremo opuesto de ésta comprime una tira de papel, contra una ruedecita cuyo borde va impregnado de tinta. Una máquina de relojería encerrada en una caja mueve en sentido contrario dos cilindros, entre los cuales se halla sujeta la tira de papel, y obliga a ésta a moverse de un modo continuo, desarrollándose de un tambor giratorio.



Nº inv.: 06.5 / 327
Fecha desconocida
Fabric.: Doignon. Malakoff
Metal, madera y papel
31 x 26 x 35 cm



Nº inv.: 06.5 / 328
Fecha desconocida
Fabric.: Doignon. Malakoff
Metal, madera y papel
37 x 27 x 20 cm

Mientras pasa la corriente por el electroimán, la cinta se mueve sin dejar de estar en contacto con la rueda de tinta; pero en cuanto la corriente cesa, recobra la palanca su posición primitiva y la cinta de papel se mueve sin tocar a dicha rueda. Si el contacto fue de alguna duración, habrá quedado en el papel una raya; si fue muy breve, la huella será un punto.

Dos topes metálicos limitan el movimiento de la palanca y permitían a los telegrafistas recibir la comunicación al oído, por el tiempo que media entre los choque sucesivos; pero para mayor seguridad leían en la cinta las señales que quedaban inscritas y las traducían al lenguaje corriente.

Combinando varias rayas y puntos, se obtiene los **signos del alfabeto Morse**, como se ve a continuación:

A ●—	G —●●	N —●	T —	0 ———	6 —●●●●
B —●●●	H ●●●●	O ———	U ●●—	1 ●——	7 —●●●●
C —●—●	I ●●	P ●—●●	V ●●●—	2 ●●——	8 —●●●●
D —●●	J ●——	Q ———●	W ●——	3 ●●●—	9 ———●
E ●	K —●—	R ●—●	X —●●—	4 ●●●●—	· ●—●—
F ●●—●	L —●●●	S ●●●	Y —●—	5 ●●●●●	· —●●—
	M ——		Z —●●●		· —●●—
					? ●●——

ACCESORIOS DE LAS ESTACIONES TELEGRÁFICAS

Para hacer más cómodo el servicio de los telegrafistas, para su seguridad y la de los aparatos, aumentar el radio de acción de cada estación, etc., se emplean accesorios diversos, de los cuales los más importantes son *los timbres de llamada, renovadores o relevadores, los galvanómetros*.

Nº inv.: 06.5 / 329
 Fecha desconocida
 Fabricante desconocido
 Metal, madera y ebonita
 13 x 9,5 x 5 cm



Los timbres de llamada son los aparatos de aviso que indican al telegrafista que va a recibir una comunicación. Consisten esencialmente en un electroimán, cuya armadura móvil está separada de él mediante un muelle que la mantiene en contacto con una lámina, situada a corta distancia del electroimán. Su funcionamiento es idéntico al de todo timbre eléctrico.

Cuando la distancia de transmisión es muy grande, y se debilita la corriente, atenuando o anulando sus efectos en el receptor se colocan en la estación de llegada unos aparatos denominados **renovadores de corriente** o **relevadores** (*relés*, versión sin traducir de la palabra francesa *relais*). Constan de un electroimán y de una pila de pocos elementos (*pila local*), destinada a sustituir o relevar con su corriente a la de la línea. El electroimán, al recibir la corriente débil de la línea, atrae la armadura móvil, venciendo la acción de un resorte, la cual, al ser atraída, produce un contacto con una pieza metálica, cerrando el circuito de la pila local con la continuación de la línea: de este modo, la nueva corriente más fuerte sustituye a la débil.

Nº inv.: 06.5 / 330
 Fecha desconocida
 Fabricante: Breton. París
 Metal y madera
 21 x 15 x 14 cm



Nº inv.: 06.5 / 331
Fecha desconocida
Fabricante: Loiseau París
Metal y madera
□ = 15 cm h = 6 cm



En las estaciones telegráficas se emplean también los **galvanómetros**, por cuyo alambre pasará la corriente, y así sabremos si pasa o no y además cual es la intensidad de ella, por la desviación de la aguja.

Se emplean también aparatos de seguridad como los *pararrayos*, para aislar automáticamente los aparatos, evitando los efectos de las descargas atmosféricas. Otros aparatos que también suele en los centros telegráficos son los *cuadros de distribución* que permiten unir con la línea aparatos diverso, *conmutadores*, etc.

TELEGRAFÍA SIN HILOS

Nada indica tan claramente el avance de la Electricidad, en los últimos decenios del siglo XIX, como la Telegrafía sin hilos, que demuestra de un modo palpable de qué manera el progreso científico influye en el progreso práctico.

Que la electricidad puede ejercer acciones a distancia, era cosa sabida desde que se conoció la influencia electrostática y la inducción. Estas acciones se ejercen a distancias pequeñas; pero de ellas se deduce que las acciones eléctricas se transmiten, no sólo a lo largo de los hilos, sino también a través del espacio y en los cuerpos.

Cuanto los movimientos eléctricos son sumamente rápidos se producen movimientos periódicos que se propagan sin necesidad de conducción metálica. La telegrafía sin hilos es debida principalmente a *Hertz*, quien enseñó el modo de producir oscilaciones eléctricas muy rápidas. El ingeniero italiano *Marconi* supo ver la importancia técnica de Hertz, y en 1896 dio a conocer un sistema de telegrafía sin hilos.

OSCILACIONES ELÉCTRICAS

Cuando entre dos conductores cargados salta una chispa, las cargas de ambos no se compensan exactamente, y se forma una descarga oscilante. La causa de estas oscilaciones hay que buscarla en las extracorrientes, y su período depende de la capacidad y autoinducción. Según el descubrimiento de Hertz: *el movimiento oscilatorio de la electricidad no está localizado en el sistema de los dos conductores; estos movimientos oscilatorios dan lugar a otros análogos en el espacio circundante y se propagan en todas direcciones*. La velocidad de propagación de estos movimientos es igual a la de la luz. 300.000 Km/s.

Al propagarse en forma de ondas y en todas direcciones los movimientos eléctricos engendrados por una chispa, determinan acciones especiales que los ponen de manifiesto. Una de ellas es la que tiene lugar en **el cohesor de Branly**.

Consiste en un tubo de vidrio en el cual se han introducido limaduras metálicas muy finas. Como quiera que el contacto de las limaduras entre sí es muy defectuoso, tiene el cohesor una resistencia muy grande, de centenares de miles de ohmios, y la corriente de una pila encuentra tanta resistencia a su paso por el cohesor, que queda casi anulada; pero en cuanto una onda eléctrica incide sobre el cohesor se forman probablemente chispas entre las limaduras, con lo que disminuye la resistencia del aparato, la cual baja de un modo rápido a 5 ó 10 ohmios, y entonces la corriente puede pasar ya fácilmente a través de él. Las limaduras de cohesor pueden ser de hierro, níquel o plata.



Nº inv.: 06.5 / 332
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Metal y vidrio
□=2 cm h=23,5 cm

Para usar el cohesor se forma un circuito con una pila, el cohesor y un galvanoscopio. En las condiciones ordinarias, en el galvanoscopio no se nota desviación alguna, pero si en el cohesor inciden ondas eléctricas la corriente le atraviesa y el galvanoscopio se desvía.

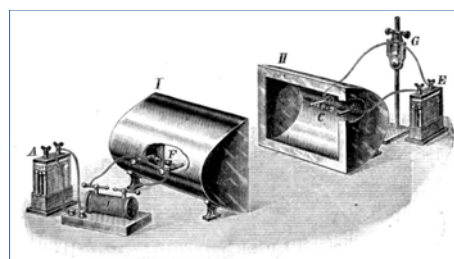
El cohesor, una vez ha cesado la acción de las ondas eléctricas, conserva la resistencia debida al paso de éstas; pero sacudiendo ligeramente el tubo mediante un golpe seco, vuelve la resistencia del cohesor a su valor primitivo y el aparato se halla así en disposición de funcionar otra vez. Para conseguir este efecto automáticamente, la corriente del elemento atraviesa un timbre cuyo martillo da contra el cohesor, con lo cual se restablece la resistencia que éste tenía antes del paso de las ondas hertzianas.

Como ya se ha dicho, Hertz halló que la velocidad de propagación de las ondas eléctricas es de 300.000 km/s. Este resultado fue de una importancia extraordinaria: dicha velocidad es igual a la de la luz, es decir, que *las ondas eléctricas se propagan en el espacio con la misma velocidad que las luminosas*.

Es posible tratar las ondas eléctricas como las luminosas y comprobar que pueden producirse con aquéllas efectos análogos a los conocidos en éstas. El genio de Hertz demostró por vez primera que las ondas eléctricas son reflejadas por planchas metálicas como las luminosas en un espejo; que son desviadas por un prisma, etc., etc; y utilizó la reflexión para concentrarlas mediante un espejo cóncavo, haciendo saltar la chispa en la línea focal de un cilindro parabólico construido con una plancha metálica. A este aparato se le denomina **espejos de Hertz**.



Nº inv.: 06.5 / 333
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Meta
41 x 22 x 29 cm



Del espejo emanaba así un rayo eléctrico mediante el cual los efectos de las ondas se hacían sentir a distancia mucho mayor. Con las ondas cortas de que hoy se dispone fácilmente, es cosa fácil realizar los experimentos de Hertz. Se coloca el excitador en la línea focal de uno de los espejos parabólicos; el rayo es recogido y concentrado en la línea focal del otro espejo, donde se ha colocado el cohesor de Branly. El excitador consta de dos piezas metálicas muy próximas en comunicación con un carrete de autoinducción; el cohesor comunica a su vez con un timbre y una pila. A cada paso de la onda hay que golpear el receptor ligeramente con la mano para restablecer su resistencia primitiva.

Si entre los dos espejos parabólicos se interpone una pantalla metálica, el cohesor no funciona, ya que los metales no permiten el paso de las ondas hertzianas a través de ellos. En cambio, dichas ondas atraviesan perfectamente los aisladores, madera, vidrio, ebonita, azufre, etc.

TELÉFONO DE BELL

El teléfono es uno de los aparatos verdaderamente geniales de la Física. En 1875, el físico *Alexander Graham Bell* inventa el teléfono. Antes se habían hecho algunos ensayos sin resultado práctico, debidos a *Johann Philipp Reis* en 1860.

El objeto del teléfono es transmitir a gran distancia los sonidos y las palabras. Los sonidos son vibraciones de los cuerpos, y, por consiguiente, la transmisión de sonidos es un caso particular de la transmisión de movimientos: en una estación vibra un cuerpo, y tal movimiento origina corrientes eléctricas que se propagan a la otra estación y se convierten otra vez en movimiento vibratorio, es decir, en sonido.

TELÉFONO MAGNÉTICO

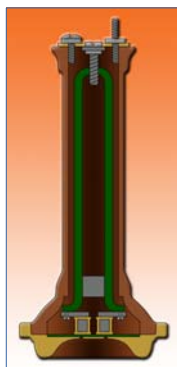
Los teléfonos magnéticos están constituidos por un imán, que lleva arrollado en un extremo un carrete muy pequeño, de alambre fino, recubierto de seda. A poca distancia del polo envuelto por el carrete se halla dispuesta una lámina delgada de hierro dulce, que puede vibrar con facilidad. Una cubierta de madera, de metal o de cualquier otra sustancia, envuelve el conjunto, formando un instrumento que puede manejarse cómodamente y deje al descubierto la porción vibrante de la lámina en el fondo de una pequeña embocadura y dos tornillos de conexión, que permiten la comunicación del hilo del carrete con la línea.

Nº inv.: 06.5 / 334
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Madera, metal y cordón
 $\Phi=6\text{ cm}$ $h=16\text{ cm}$



Hablando o produciendo un sonido frente a la lámina de hierro, vibra ésta, y sus movimientos producen variaciones en el campo del imán, de distinto sentido al aproximarse o separarse, las cuales determinan las correspondientes corrientes inducidas en el carrete y la línea. Si ésta comunica con otro aparato igual, al llegar las corrientes al carrete, ocasionan iguales variaciones en el campo magnético receptor e igual número de vibraciones en la lámina elástica, y éstas engendrarán en el aire ondas sonoras de suficiente intensidad para el observador que aplique el oído a la embocadura perciba un sonido o palabra igual que el que hizo vibrar el transmisor.

El transmisor y el receptor tienen una barra imanada, uno de cuyos extremos lleva un carrete de hilo fino; muy cerca de él, sin tocar la barra, está una lámina vibrante muy delgada, sujeta por sus bordes. En el extremo se halla la embocadura para hablar o escuchar. De los extremos de cada carrete parten los alambres de la línea que une ambos aparatos. Al hablar delante de uno de ellos, las vibraciones sonoras se comunican a la lámina de hierro, que al vibrar en el campo magnético del imán, modifica el flujo de éste, aumentándolo cuando se acerca y disminuyéndolo cuando se aleja. Estas variaciones de campo producen el carrete corrientes inducidas que van a modificar el magnetismo del imán del receptor, cuya lámina vibrará a su vez, produciendo sonidos perceptibles por el oído.



Nº inv.: 06.5 / 335
Nº ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Metal y madera
 $\Phi = 7,5\text{ cm}$ $h = 16\text{ cm}$



Ruiz Collantes, F. El laboratorio de Física del IES Cardenal Cisneros de Madrid

Los teléfonos fabricados por Bell, tomaron distintas formas, dependiendo de su uso. Cuanto mayor era la distancia entre las estaciones, mayor es la resistencia de la línea y, por consiguiente, menor la intensidad transmitida. El teléfono de Bell sólo se empleaba para distancias cortas, de algunos centenares de metros.



Nº inv.: 06.5 / 336
 Nº ejemplares: 3
 Fecha desconocida
 Fabric.: S^{te} G^{le} des Téléphones.Paris
 S^{me} ADER B^{te} S.G.D.G
 Metal, ebonita y cordón
 $\Phi = 5,5 \text{ cm}$ $h = 7,5 \text{ cm}$



Nº inv.: 06.5 / 337
 Fecha desconocida
 Fabricante: Saba, Germany
 Metal, ebonita, cuero y cordón
 $\Phi = 6,5 \text{ cm}$ $h = 5 \text{ cm}$



MICRÓFONO

El micrófono eléctrico tiene por objeto aumentar la intensidad de los sonidos. Fue inventado por el inglés *David Edward Hughes*, en 1877.

Es un aparato de grandes efectos y suma sencillez. Consiste en una tablita delgada de madera colocada verticalmente. Tiene tres barritas de carbón. El del centro está colocado de manera que los contactos están flojos. Estos carbones se intercalan en el circuito de una pila junto con el receptor telefónico. El micrófono y la pila forman en éste caso el transmisor.

Al hablar delante de la tablita, las vibraciones de ésta se comunican al carbón vertical cuyos contactos con los demás se modifican en cada una de ellas, resultando variaciones en la resistencia del circuito, y, por lo mismo, otras tantas modificaciones en la intensidad de la corriente. En cada una de ellas se modificará el magnetismo del receptor, lo cual será causa de las vibraciones de la membrana de éste.

El micrófono de Hughes es de mucha sensibilidad; pero su uso requiere ciertas precauciones para que se oiga la palabra con claridad.



Nº inv.: 06.5 / 338
 Fecha desconocida
 Fabricante desconocido
 Metal y madera
 14 x 14 x 22 cm



RECEPTOR TELEFÓNICO PORTÁTIL

La telefonía fue desarrollándose poco a poco con el paso de los años y se realizaron todo tipo de aparatos. Unos más fáciles de utilizar, pero siempre supeditados a una estación fija. Nos encontramos con un aparato telefónico portátil que, en aquellos tiempos sería la última novedad.

Este aparato, además de servir como teléfono, tiene otras múltiples aplicaciones. Todas muy útiles para el trabajo de laboratorio.

Según nos indica el fabricante en su catálogo: sirve medir las resistencias de los pararrayos y las líneas de tierra de las instalaciones telegráficas, telefónicas, etc.

Todos los instrumentos se encuentran en el interior de una caja fácilmente transportable:

1 bobina de inducción para producir corriente alterna.

2 pilas secas.

1 conmutador con resistencias patrón entre 1 y 10 ohmios.

1 manipulador batería para contacto instantáneo y continuo, con interrupción automática cuando se cierra la caja.

2 bornes para la conexión de la resistencia a medir.

1 receptor telefónico de alta sensibilidad.

1 cursor de contacto resbaladizo con escala graduada, bajo vidrio, para la lectura directa del valor medido.

Mediante un movimiento de rotación del contacto deslizante se puede desconectar el receptor telefónico del hilo de medida y volverle a conectar a voluntad. Este dispositivo permite una regulación muy precisa para la lectura de la escala.



Nº inv.: 06.5 / 339

Fecha: 1934

Fabric.: Felten & Gilleame Carlwerk A.G.

Köln . Munich

Metal, madera, vidrio y ebonita

31 x 14 x 12 cm



El primer teléfono de Alexander Graham Bell



Teléfono propiedad del autor de este trabajo,
Francisco Ruiz