

La figura 374 representa otro sistema de pararrayos basado también en el poder de las puntas y en el modo cómo circula la electricidad, según que emane de las corrientes voltaicas ó proceda de una perturbación atmosférica. El conmutador tiene tres brazos: cuando el de en medio está sobre el botón *d*, como lo indica la figura, la corriente de la línea va directamente á la estación, de lo cual es fácil darse cuenta siguiendo las líneas de puntos que marcan el enlace eléctrico de las varias partes del aparato. Del

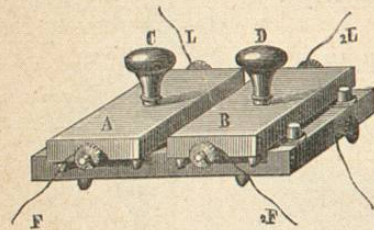


Fig. 375.—Pararrayos del sistema Siemens y Halske

tornillo L del hilo de línea la corriente pasa al conmutador y de éste al tornillo F de la mesa sin pasar por el hilo *f*. Cuando se acerca una tormenta, se pone el brazo de en medio en el botón *b*, y entonces la corriente atraviesa las placas de puntas y el hilo antes de llegar al receptor. Finalmente, si la tormenta es muy fuerte, se pone el brazo del conmutador enfrente de la letra T (*tierra*), con su brazo medio sobre el botón *c*. Todas las corrientes eléctricas van á parar directamente al suelo, sin tener ninguna comunicación con los demás aparatos telegráficos, puestos así al abrigo de todo riesgo.

El pararrayos Bianchi está también basado en el poder de las puntas: en caso de que lleguen á la línea corrientes exteriores, éstas pasan por las puntas alineadas en una bola de vidrio alrededor de una esfera metálica que, por un anillo también metálico, está en comunicación constante con el suelo. Haciendo el vacío en la bola de vidrio el paso de la electricidad es más rápido, pero esta precaución no es absolutamente indispensable.

Los pararrayos figurados en los grabados 375 y 376 no están basados en el poder de las puntas metálicas, sino en la desigualdad de tensión de la electricidad dinámica ó de las corrientes regulares de la línea y de la electricidad atmosférica. Mientras que la primera queda interceptada por una placa aisladora y penetra en los aparatos, la otra pasa al través del conductor más ancho, que facilita su propagación, á pesar de la interposición del cuerpo aislador. De este modo puede perderse en el suelo, sin causar en los aparatos ninguna perturbación ni daño alguno.

El pararrayos de Siemens y Halske (fig. 375), también llamado *descargador*, se compone de una placa de hierro que comunica con la tierra; por encima de ella, tan cerca como es posible, pero sin que haya contacto metálico, descansan dos placas más pequeñas A y B, unidas por una parte con los hilos de línea LL<sup>2</sup> y por otra con los aparatos por los hilos FF<sup>2</sup>. Las corrientes voltaicas no tienen la intensidad suficiente para vencer la resistencia que resulta de la distancia de los conductores y de la placa de tierra; pero, en caso de tormenta, la electricidad atmosférica sigue este último camino, quedando á cubierto de ella los aparatos.

El pararrayos adoptado en las líneas belgas (fig. 376) consiste asimismo en unas

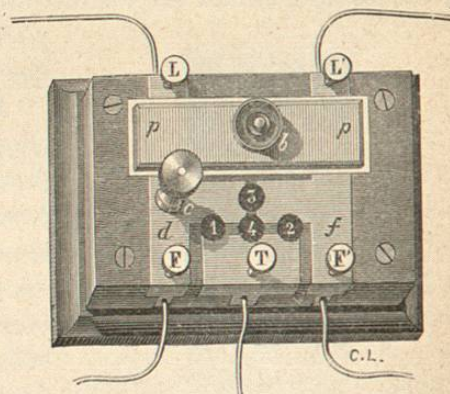


Fig. 376.—Pararrayos de las líneas belgas

placas metálicas *pp*, *df*, separadas por una hoja aisladora de papel fino. Los hilos de línea de las dos estaciones colaterales van á parar á L y L' y los de los aparatos de la estación á F y F'; T comunica con el botón *b* y con la tierra. En la peana de madera que sostiene las placas hay cuatro agujeros en los que penetra una clavija metálica *c* que pone en comunicación las distintas piezas del pararrayos. En estado normal, la clavija ocupa la posición marcada en el grabado; entonces las estaciones colaterales comunican con los aparatos de la intermedia, funcionando libremente á una y otra banda. Si se acerca una tormenta por la derecha, se introduce la clavija en el agujero 2, y entonces la electricidad atmosférica se pierde en tierra por la placa y el hilo T. Si la tormenta llega por la izquierda, se pone la clavija en el agujero 1, y por último se la coloca en el 4 en caso de que la tempestad amenace á la vez por ambas bandas. El agujero 3 sirve para establecer la comunicación directa entre las dos líneas, de suerte que el aparato sirve al mismo tiempo de pararrayos y de conmutador.

Para terminar este artículo, indiquemos una causa de perturbación, que no por ser menos grave que la de las tormentas, deja de producir en las líneas enojosas irregularidades: tal es la imperfecta comunicación de los aparatos con la tierra (1). He aquí lo que acerca de ello dice un distinguido ingeniero telegrafista:

“Cuando entran en una estación muchos hilos de línea, basta por lo común un solo conductor para poner el polo negativo de la pila de línea y todos los receptores de la estación en comunicación con tierra. En este caso, cualquier imperfecta comunicación con el suelo puede ocasionar molestas perturbaciones en la marcha del servicio. Si la estación recibe, y todos los manipuladores están en posición de recepción, la corriente que llega atraviesa, como de ordinario, el receptor correspondiente al hilo que está en comunicación con el manipulador que transmite; pero en lugar de perderse totalmente en el suelo, retrocede, á lo menos en parte, al través de los demás receptores é hilos de línea que van á parar á la estación, de lo cual resulta que todos los receptores de ésta funcionan á la vez, y que si la comunicación con tierra es muy mala, las corrientes retrógradas conservan bastante intensidad para poner en movimiento los receptores de la estación que transmite. En el caso de que la estación que tiene defectuosa comunicación con tierra sea la que expide, como la electricidad negativa de la pila encuentra demasiada resistencia en el hilo de tierra, atraviesa los receptores, se propaga por los diferentes hilos de línea y va á parar á los receptores de la estación colateral. Siendo la comunicación con tierra muy mala, puede suceder que todos los receptores de las dos estaciones colaterales funcionen á la vez.

„Bastan estas ligeras indicaciones para que se comprenda la naturaleza é importancia de las perturbaciones que pueden sobrevenir en las líneas telegráficas á consecuencia de la mala comunicación de los aparatos con la tierra; así es que por mucho cuidado que se tenga en la instalación y entretenimiento de los hilos de tierra, nunca será demasiado.” (C. Bontemps, *Los sistemas telegráficos*.)

(1) En los comienzos de la telegrafía, creíase necesario para cerrar el circuito establecer dos hilos diferentes entre dos estaciones; el segundo hilo era el de regreso de la corriente. Pero Steinhell demostró en 1857 que este segundo hilo no era necesario para dar salida á la corriente, puesto que la tierra podía reemplazarlo; sólo que entonces cada aparato, transmisor y receptor, debía estar puesto á tierra, es decir, debía comunicar con el suelo por un hilo especial, de algunos metros de longitud, introducido en la tierra húmeda. Por lo común se hace el contacto más completo soldando los hilos de tierra á planchas metálicas de cierta superficie, por ejemplo de un metro cuadrado, de suerte que la comunicación eléctrica con el suelo tenga efecto por gran número de puntos.



## VI

## LA RED TELEGRÁFICA UNIVERSAL

Consideramos ocioso encomiar la importancia de la telegrafía eléctrica en cuanto se refiere á las relaciones privadas, oficiales é internacionales. Esta aplicación de uno de los ramos de la física que han hecho más progresos de un siglo á esta parte, es una conquista tan brillante del genio humano sobre el tiempo y las distancias, que nadie podrá desconocer su inmensa trascendencia. Limitada en un principio á la correspondencia oficial ó gubernativa, á los despachos diplomáticos, ha adquirido todo su desarrollo tan luego como se experimentó la necesidad de ponerla al servicio de los intereses privados.

Desde este momento ha tomado un vuelo asombroso el uso del telégrafo, vuelo que no cesa de crecer á medida que aumenta el número de estaciones abiertas al público; así es que en Francia, cuarenta años atrás, diez y siete estaciones telegráficas apenas transmitían anualmente 9,000 despachos, mientras que hoy 10,000 estaciones expiden más de 40 millones.

En España hay en la actualidad unas 1,200 estaciones, que en 1890 cursaron 4 millones y medio de telegramas.

El despacho telegráfico no sirve tan sólo para las relaciones de familia ó amistad, sino también, y más especialmente, para las de negocios comerciales, industriales y bursátiles. Esto en cuanto á los intereses privados. La diplomacia, la guerra, las obras públicas, la administración, la política, la policía, apelan continuamente al telégrafo. En una esfera más elevada y serena, la de la ciencia, presta eminentes servicios, proporcionando á los astrónomos los medios de determinar con precisión la longitud, anunciando á todos los observatorios el descubrimiento de astros nuevos, cometas ó planetas, y haciendo así ganar mucho tiempo, semanas enteras, para la comprobación y consignación de los descubrimientos.

En meteorología, el servicio telegráfico anuncia las próximas perturbaciones del tiempo, las crecidas de los ríos, avisa á los puertos los temporales inminentes, y dota así á la navegación de preciosos informes que han evitado muchos siniestros á los buques y á sus tripulaciones.

Esta enumeración de los servicios prestados por la telegrafía es sobrado incompleta; pero el mejor medio de demostrar toda su importancia es transcribir á continuación algunas cifras que indican el estado actual de la red de líneas aéreas y submarinas que funciona hoy en toda la tierra.

El desarrollo de los hilos en el globo entero no baja de 2 millones de kilómetros, lo que equivale á cincuenta veces la longitud de la circunferencia de la Tierra. De esta cifra total corresponden á la telegrafía submarina 80,000 kilómetros repartidos entre 231 cables, de longitudes desiguales.

Hace diez años que las líneas aéreas europeas medían 270,000 kilómetros, y la longitud total de los hilos 700,000; á fines de 1877 estas cifras ascendían á 450,087 y 1.200,000 respectivamente. Francia tenía á la sazón 44,000 kilómetros de líneas y 123,000 de hilos; á fines de 1891, la longitud de las líneas telegráficas francesas era de 88,058 kilómetros, cuando en 1851 sólo era de 2,000.

Los demás países de Europa que tienen su red más extensa contaban á fines de 1890

las siguientes longitudes de líneas, en las cuales no van comprendidas las de las numerosas líneas afectas al servicio especial de los ferrocarriles:

Rusia. . . . .	125,522	kilómetros.
Alemania. . . . .	108,754	—
Austria-Hungría. . . . .	66,385	—
Inglaterra. . . . .	52,726	—
Italia. . . . .	37,353	—
España. . . . .	35,031	—
Turquía. . . . .	32,223	—

Australia tenía á la sazón una red de 70,210 kilómetros, y la de las Indias inglesas ascendía á 56,775.

El número de los despachos expedidos ha aumentado en proporción enorme. Para dar una idea de la actividad de la correspondencia en los países industriales, citaremos á Inglaterra, por cuya red circularon, durante el año 1891, 69.658,480 despachos. M. W. Hüber dice que el 18 de julio de 1870, día en que se conoció en Londres la declaración de guerra entre Francia y Prusia, se recibieron en la estación central 20,592 despachos. La red telegráfica india expidió en 1891 3.500,000 despachos, y á pesar del alto precio de las tasas, 240,000 telegramas han atravesado en un año el Océano por los cables transatlánticos. El número de telegramas expedidos en 1891 en los Estados Unidos sólo por una Compañía, la *Western Union Telegraph*, cuyas líneas tenían en 1.º de enero de 1891 302,521 kilómetros con 1.151,612 de desarrollo de hilos, excedió de 59 millones.

Estos datos estadísticos bastan para formarse idea del vuelo que ha tomado la correspondencia telegráfica en varios puntos del globo.

Europa está en comunicación directa con el continente americano del Norte por siete cables, cinco de los cuales parten de Valentia (Irlanda) y dos de Brest, yendo á parar á Trinity-Bay, en la isla de Terranova, y á San Pedro Miquelón, para llegar desde allí al territorio de los Estados Unidos. La América del Sur está también enlazada con Europa por una línea submarina que pasa por la isla de Madera y las de Cabo Verde y termina en la extremidad más oriental de América, esto es, en el cabo de San Roque (Brasil).

La India se halla actualmente en comunicación telegráfica con Europa por dos cables submarinos; ambos van por el mar Rojo, y penetrando en el Mediterráneo, se dividen en varios ramales que van á Sicilia y á Italia, á Francia, y por último á Inglaterra, costeadando á Portugal, de donde se dirigen á la punta Sudoeste de la Gran Bretaña por el Atlántico; otras líneas se subdividen también, á partir del golfo Pérsico, en muchas líneas aéreas que penetran en Rusia, Alemania y Siria. Finalmente, la misma Australia comunica con la red india, de suerte que un despacho expedido en Sydney llega directamente á New-York ó á Boston, y de allí, por la línea telegráfica que cruza el continente americano, hasta San Francisco, á orillas del Océano Pacífico. En menos de una hora recorre este telegrama 270º de longitud, ó sea una distancia efectiva de más de 30,000 kilómetros. El siguiente caso, que copiamos de la obra de M. Hüber, bastará para dar una idea de la rapidez de la correspondencia eléctrica.

“El 12 de noviembre último, dice, celebraban al mismo tiempo un banquete, en Londres y en Adelaida, los interesados en esta gran línea de 35,852 kilómetros, de los cuales 28 son de cables submarinos (la línea transaustraliana). En Londres se había ins-



talado un aparato telegráfico detrás del sillón del presidente. Al dar principio al banquete, se expidió á Australia un despacho de felicitación: á su conclusión, llegaba de Adelaida la respuesta, terminada en un hurra (1).»

Todavía queda un vacío para que la circunferencia entera del globo esté enlazada por la red. América y Asia no comunican aún directamente: pero ya se han proyectado cuatro líneas, dos de ellas enteramente submarinas, y muy en breve cruzarán el Océano Pacífico las corrientes eléctricas, como atraviesan el Atlántico hace ya veintisiete años. Hoy llegan ya los despachos á París y Londres desde los puntos más remotos del globo, y por la noche publican los periódicos el relato de los principales sucesos acaecido durante el día (y aun durante la noche) en las cinco partes del mundo. El lector podrá conjeturar cuál será en lo porvenir la influencia de estas comunicaciones continuas bajo el punto de vista de las relaciones políticas, comerciales, industriales, en una palabra, bajo el punto de vista de la civilización progresiva.

## CAPITULO VII

### EL TELÉFONO Y EL MICRÓFONO

#### I

##### ORIGEN Y DESCUBRIMIENTO DEL TELÉFONO

En el primer tomo de EL MUNDO FÍSICO hemos estudiado con el nombre de *Telefonía* varios sistemas de transmisión del sonido que tienen por objeto comunicar, ya por medio de la palabra misma, ó ya por señales acústicas convenidas, á una distancia superior á lo que permite la propagación de las ondas sonoras al aire libre. Pero desde la invención del maravilloso instrumento que vamos á describir en este capítulo, el nombre de telefonía sólo se aplica á la transmisión de los sonidos por medio de la electricidad. Como este sistema de transmisión hace participar á las ondas sonoras de la extraordinaria velocidad de propagación que, según hemos visto, es el privilegio de las ondas eléctricas, resulta que la telefonía rivaliza hoy, por decirlo así, con la telegrafía eléctrica en cuanto á rapidez y extensión de las distancias recorridas.

Se puede hacer remontar el origen de esta reciente invención al año 1837, en cuya época el físico americano Page notó por primera vez el fenómeno de la producción de los sonidos en el seno de sustancias magnéticas en el momento de su imanación. Habiendo acercado rápidamente los polos de un imán de herradura á una espiral plana atravesada por una corriente, percibió un sonido musical; de la Rive, Gassiot y Marrian

(1) El periódico *La Nature* cita los ejemplos siguientes de transmisión rápida de despachos á grandes distancias. El día de la apertura de la Exposición de Melbourne, el comisario especial lord Normanby dirigió un telegrama á la reina de Inglaterra. Expedido á las 12 y 50 minutos de la tarde, llegó á Londres á las 3 y 48 minutos de la madrugada; al transmitirlo, la hora de Londres era, á causa de la diferencia de longitudes, las 3 y 10 minutos; por consiguiente recorrió en treinta y ocho minutos más de 16,000 kilómetros de distancia. Este telegrama constaba de 66 palabras. Otro ejemplo de transmisión rápida es el de un despacho de Londres para Sydney, expedido en una hora veinte minutos, pero que sólo invirtió treinta y cinco segundos en franquear la distancia de Singapore á Sydney, es decir, 8,160 kilómetros.

observaron el mismo fenómeno en una barra de hierro dulce rodeada de una hélice, en el momento en que pasaba por ésta una corriente. El sonido es más intenso si se hacen experimentar á la corriente intermitencias muy juntas, y muy débil si se sustituye la barra de hierro dulce con otra de acero templado.

Largo tiempo estuvo sin salir del terreno de la teoría el estudio de los sonidos producidos por la electricidad; los físicos, sin dejar de tomar nota de las circunstancias en que ocurrían estos fenómenos, se atenían más especialmente á explicar sus causas, atribuyéndolas á los movimientos moleculares que resultaban de la orientación de los elementos magnéticos. Según de la Rive, la corriente discontinua que recorre las espiras de la hélice tiende á disponer las moléculas de la barra que sufre la imanación en filas longitudinales, y siempre que se interrumpe la corriente, las moléculas vibran en virtud de su elasticidad al recobrar su posición de equilibrio. La mayor movilidad que tienen en el hierro dulce explica la mayor intensidad del sonido producido sobre el que emiten las barras de acero templado.

Cualquiera que sea el valor de las teorías propuestas acerca de esta interesante cuestión de física molecular, los hechos nuevos revelados por el descubrimiento del teléfono han adquirido tal importancia y sus aplicaciones tal desarrollo que nos urge proceder á su descripción.

Los primeros sonidos que se logró transmitir á larga distancia por la electricidad son los *sonidos musicales*; los aparatos contruidos con este objeto reproducen con su intensidad y su tono relativos las notas emitidas por un instrumento de música, los sonidos de una melodía; pero son impotentes para transmitir los matices de timbre ó de articulación. Tales son los *teléfonos musicales (tone telephone)*. El teléfono inventado en 1860 por M. Reiss es el primero que resolvió completamente el problema de la transmisión de los sonidos en tan reducidas condiciones.

Diez y seis años después, el profesor Graham Bell inventaba el *teléfono de articulación (articulating telephone)*, capaz de transmitir toda clase de sonidos, y sobre todo las articulaciones de la voz humana; de suerte que dos personas pueden conversar con él á larga distancia, por medio de un hilo conductor y los aparatos que muy luego describiremos.

Empecemos por los teléfonos musicales.

#### II

##### TELÉFONOS MUSICALES

Todo teléfono se compone, como cualquier sistema telegráfico, de dos partes distintas, enlazadas por el hilo de línea, un *transmisor* y un *receptor*.

La figura 377 representa el transmisor y el receptor del teléfono musical de Reiss.

K es la caja sonora destinada á recoger las vibraciones que entran por el tubo cilíndrico T, que sirve de embocadura ó de portavoz. Esta caja concentra y refuerza los sonidos de la pieza musical que se toca en la estación delante del transmisor. Una tenue membrana de caucho, puesta enfrente de una abertura circular practicada en la parte superior de la caja, recibe las ondas sonoras y vibra al unísono de los sonidos sucesivamente emitidos. Esta membrana lleva en su centro un ligero disco de platino o pegado á su superficie; una palanca acodada *cba* tiene sus dos brazos *o* y *c* enlazados metálicamente con el manipulador Morse *t* y el electro-imán A, del cual parte el hilo