

grado, por decirlo así, al estado neutro, pudiendo ya suministrar inmediatamente un nuevo signo.,

He aquí cuál es el sistema adoptado en la gran línea transatlántica de Brest á San Pedro. El aparato telegráfico es un telégrafo de aguja; habiéndose tenido en cuenta para esta elección la gran sensibilidad de los galvanómetros, cuyas agujas oscilan por poco intensa que sea la corriente, á pesar de lo cual, para aumentar esta sensibilidad y á fin de que los empleados de la estación receptora puedan leer los signos sin titubear, M. Varley ha modificado del modo siguiente los galvanómetros de Thomson. "En este aparato, dice Du Moncel, el órgano sensible es un pequeño espejo lenticular dirigido magnéticamente por una aguja imanada, y ésta atraída á una posición fija por un electro-ímán. Proyéctase sobre el espejo un rayo luminoso que va á parar á una pantalla situada á ocho pies de distancia. Con esta amplificación, el menor movimiento, imperceptible á la simple vista, resulta marcado por la desviación de la imagen proyectada, y las posiciones que esta imagen ocupa sucesivamente, á la derecha ó á la izquierda de una línea de mira fija, pueden indicar los puntos y las rayas del alfabeto Morse. De este modo se obtienen todas las combinaciones necesarias para la interpretación de los despachos, que se leen en una pantalla puesta en una cámara oscura.,

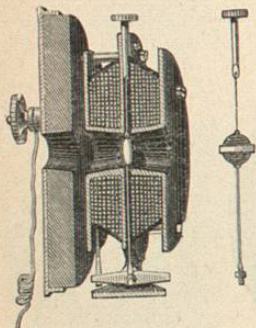


Fig. 363.—Galvanómetro de Thomson

Las figuras 363 y 364 representan el aparato telegráfico del cable transatlántico francés tal como se halla instalado en la estación de Brest. La primera es un corte del galvanómetro de Thomson; la segunda representa el conjunto del aparato. En el centro de la bobina se ve el espejito circular que lleva la aguja imanada, hecha astática por un imán E suspendido de una varilla vertical en que remata el galvanómetro. Una hebra de seda cruda sostiene el espejo cuyos movimientos aminora una paleta suspendida debajo de todo el sistema. C es el conmutador del aparato; B el manipulador de doble contacto, análogo al del Morse, que emite alternativamente corrientes positivas y negativas; á éstas corresponden las desviaciones á la izquierda de la aguja y del espejo; aquéllas hacen desviar la aguja á la derecha. F es una cámara oscura que contiene la escala en la cual se forman las imágenes de la llama de la lámpara situada detrás. El haz luminoso atraviesa un agujero practicado en la pared de la cámara, sigue el camino R, da en el espejo y se refleja por R' en el cero de la división cuando el espejo está inmóvil. A cada paso de la corriente transmitida por el cable, el espejo oscila á derecha ó izquierda, como se acaba de ver, y la imagen oscila horizontalmente á una ú otra parte del cero. A es la pila formada por 20 elementos Daniell, y en I se establece la comunicación del hilo con tierra.

No bien recibe el empleado de la estación aviso de que se transmite un despacho, vuelve su conmutador para la recepción, y en seguida fija la vista en la escala de la cámara oscura, anotando todos los signos indicados por las oscilaciones sucesivas de la imagen luminosa, signos que, según hemos dicho, corresponden al vocabulario convencional del sistema Morse, restando solamente traducir el despacho y escribirlo en caracteres ordinarios.

Al transcribir las cifras que expresan la velocidad de la electricidad en varios conductores, hemos visto que esta velocidad es relativamente escasa en los hilos de cobre de los cables submarinos. Las corrientes emitidas por pilas poderosas á los cables de

gran longitud tampoco adquieren instantáneamente la intensidad que corresponde á la fuerza electromotriz y á la resistencia del circuito, sino que la cobran gradualmente, así es que de Valentia á Terranova soñ menester más de tres segundos para que la corriente llegue á su maximum de intensidad. Estos retrasos, unidos á la influencia de unas corrientes sobre otras, producen en los signos irregularidades que han impedido hasta ahora usar aparatos como el Morse, y por ello se ha tenido que recurrir al galvanómetro de espejo.

Pero el ingenioso sistema de sir W. Thomson tiene el inconveniente de todos los sistemas que no conservan rastro alguno de los despachos transmitidos; los signos fu-

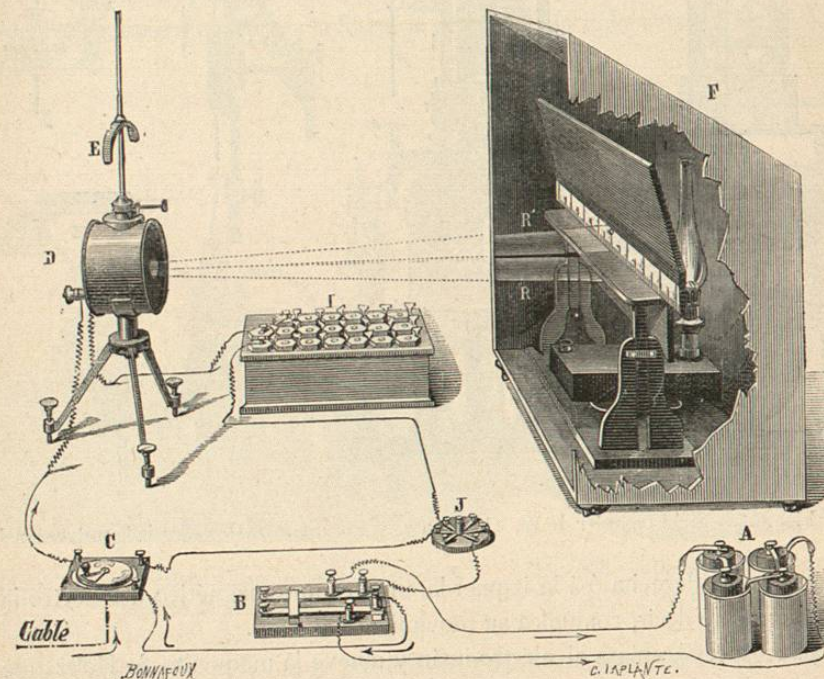


Fig. 364.—Aparatos telegráficos del cable de Brest á Saint Pierre Miquelón

gaces producidos por los movimientos del rayo luminoso, que el empleado ha de atrapar al vuelo, por decirlo así, además de fatigar á éste muy pronto, ocasionan frecuentes errores que obligan á pedir repeticiones y aumentan la lentitud de los signos. Así es que los cables transatlánticos apenas permiten expedir más de diez y seis palabras por minuto, es decir, de 40 á 50 despachos por hora.

Hase conseguido vencer esta dificultad, debiéndose también al inventor del galvanómetro de espejo el nuevo aparato que, con el nombre de *sifón recorder* (figuras 365 y 366), permite transformar los signos fugitivos del galvanómetro en signos trazados en un papel-cinta, lográndose así leer y rectificar el despacho.

El sifón recorder toma su nombre del tubo capilar de cristal, doblemente encorvado en forma de sifón, cuyo brazo menor se introduce en un vaso lleno de una solución de azul de anilina. La punta del otro brazo está separada algunos milímetros de la cinta de papel que se desenrolla continuamente delante de ella. La tinta está siempre electrizada por una maquina de Holtz. Durante la transmisión ó recepción de un despacho, el tubo del sifón recibe, por medio de hebras de seda cruda convenientemente dispuestas, movimientos á derecha ó á izquierda, según el sentido de las corrientes transmi-



das, y la tinta que se escapa de su punta cae sobre la cinta de papel, trazando en ella con sus finas y numerosas gotitas sinuosidades cuyo número y posición forman los caracteres convencionales de las letras ó signos.

El motor de las hebras de seda del tubo es una bobina muy ligera suspendida de hilos verticales entre los dos polos de un electro-imán.

Según el sentido de la corriente que se emite á la línea y que atraviesa la bobina,

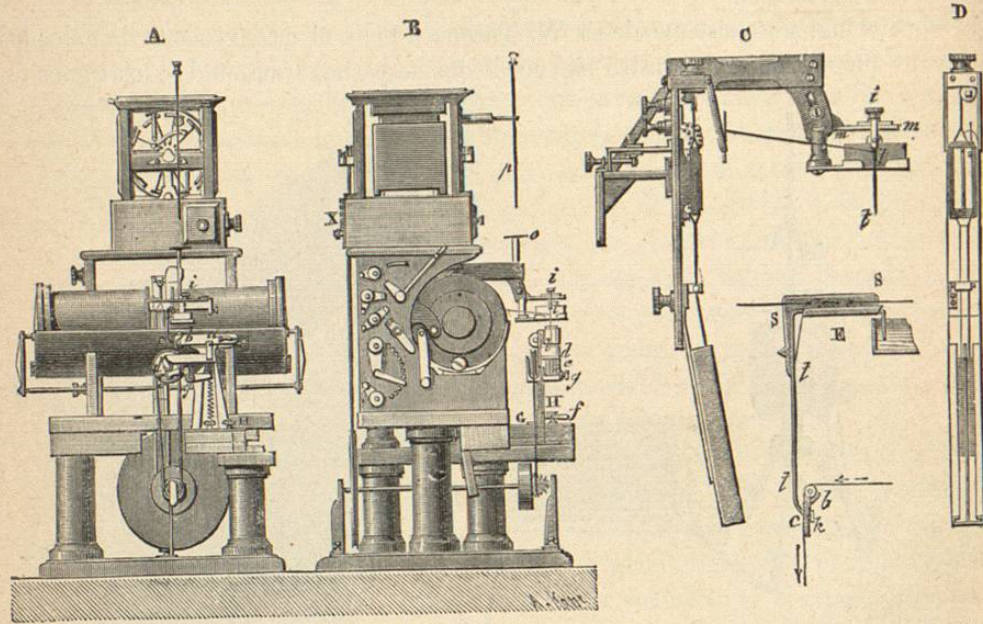


Fig. 365.—Sifón recorder de W. Thomson

Fig. 366.—Detalles de la suspensión del sifón

ésta se mueve á la derecha ó á la izquierda en el campo magnético del electro-imán, y según acabamos de decir, comunica su movimiento al sifón.

Una pila especial anima al electro-imán y mueve la maquineta de Holtz que sirve para electrizar la tinta de anilina á la vez que desenrollar sin parar la cinta de papel.

La transmisión no es más rápida con el sifón recorder que con el galvanómetro de espejo solo; pero tiene la gran ventaja de conservar huella de los despachos transmitidos y recibidos. El aparato Thomson, montado como dúplex, llega á cursar de 40 á 45 palabras por minuto, más del doble de lo que se cursaba antes por los cables submarinos.

### III

#### LAS PILAS USADAS EN TELEGRAFÍA

Tanto los diferentes sistemas de telégrafos que hemos descrito como los que aún tenemos que mencionar, se pueden dividir, por lo que respecta al manantial electromotriz, en dos clases: la primera comprende los aparatos que funcionan con una pila de corriente constante, y la segunda los que tienen su principio en las máquinas de inducción magneto-eléctrica.

Hemos consagrado á las pilas un capítulo entero de la primera parte de este tomo. Conviene sin embargo tratar nuevamente de este asunto desde el punto de vista exclusivo de la telegrafía.

Las antiguas pilas de Bunsen y de Daniell han sido las primeras usadas, y la segunda lo es aún generalmente en Francia, al paso que la pila de Bunsen sólo se usa en algunas líneas americanas. En Inglaterra se emplean para la telegrafía eléctrica pilas de artesa, cuyos compartimentos contienen arena impregnada de una solución de clorhidrato de amoníaco ó de agua acidulada, así como una plancha de zinc amalgamada y otra de cobre. Esta pila da una corriente poco intensa, pero que puede convenir con preferencia para los sistemas telegráficos de agujas. También se usa en Inglaterra la pila Thomson descrita ya anteriormente, y que en realidad es una modificación del elemento Daniell. Las pilas Siemens y Halske (tipo Daniell modificado, figura 368) tienen gran fuerza electromotriz y por lo mismo son á propósito para la explotación de las grandes líneas, siendo las únicas usadas en la línea de la Compañía indo-europea entre Londres y Teherán.

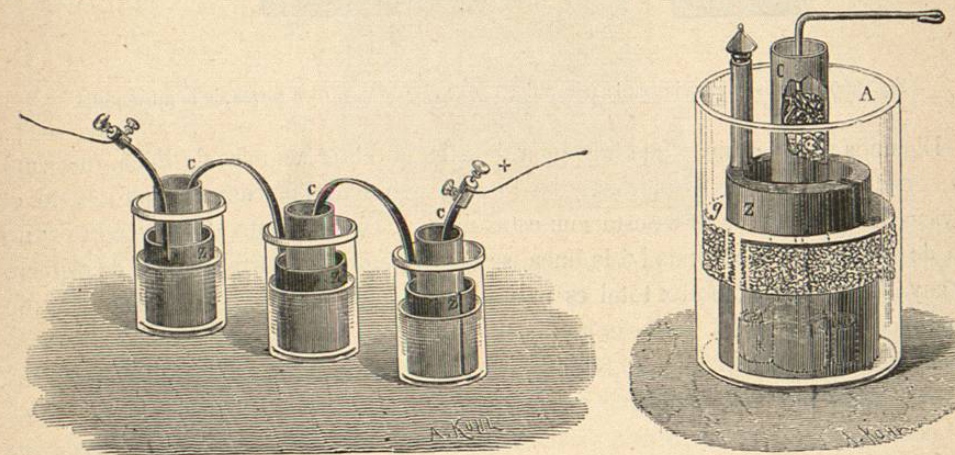


Fig. 367.—Pila de Daniell empleada en la telegrafía (modelo de Breguet)

Fig. 368.—Pila Siemens-Halske empleada en la telegrafía

La pila Minotto (fig. 369), muy portátil por cuanto no contiene líquido (reemplazado con aserrín húmedo), se emplea exclusivamente en las estaciones lejanas, en las Indias inglesas, en las líneas de cables submarinos.

Las pilas del tipo Daniell son de fácil entretenimiento: basta echar líquido de vez en cuando, para reparar las pérdidas ocasionadas por la evaporación, ya en el vaso de cristal que contiene el agua acidulada, ó bien en el poroso que contiene la solución de sulfato de cobre, y cuidar luego de que siempre haya en el diafragma la cantidad suficiente de cristales de dicho sulfato. Por último, hay que quitar de tiempo en tiempo las eflorescencias salinas que se depositan en las paredes de los vasos y cambiar las planchas de zinc cuando han perdido la amalgama. La constancia de la corriente en el elemento Daniell, que ha podido funcionar casi tres meses sin entretenimiento en una línea de tanto servicio y tan larga como la de París á Berlín, hace que sea un buen electromotor. El número de elementos Daniell empleados para distancias de 100, 200, 400 kilómetros es de 30, 50 y 70.

En Francia se usan también las pilas de Callaud, Leclanché y Maiche, y en Alemania la de Meidinger. La de Callaud es la única usada hoy en España. Hemos descrito ya la mayor parte de estos electromotores. Por lo demás, el número de aparatos electromotores inventados en Francia y en el extranjero para el servicio de la telegrafía eléctrica es tan grande, que nos faltaría espacio para enumerarlos, cuanto más para



describirlos. Muchos de ellos son notables por esta ó la otra cualidad particular y han dado buenos resultados. Por lo demás, fácilmente se comprende que su éxito depende de los aparatos telegráficos á los que se destina la pila, y que exigen más ó menos fuerza electromotriz.

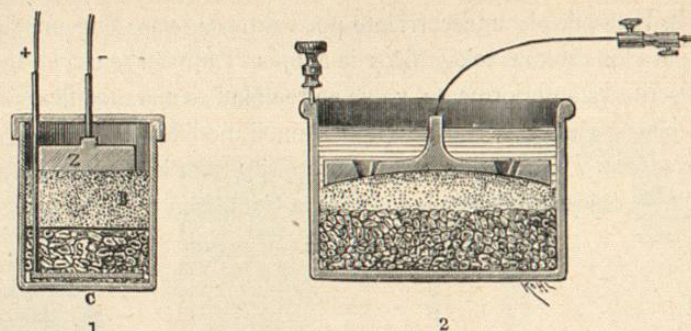


Fig. 369.—Pilas empleadas en la telegrafía: 1, pila Minotto; 2, otra forma de la misma pila

Digamos para terminar que hay lugar á distinguir entre las pilas de línea, que emiten corrientes á grandes distancias, y las locales, que tienen únicamente por objeto el servicio de los aparatos de la estación: estas últimas, cuyo circuito es muy corto y no han de suministrar electricidad á la línea, se componen de un corto número de elementos cuya fuerza electromotriz total es naturalmente muy inferior á la de las pilas de línea.

#### IV

##### LOS TIMBRES

Hablemos ahora de los timbres, cuya misión hemos indicado al describir los aparatos telegráficos, sin detallar el mecanismo que los hace funcionar. Los sistemas de timbres son por lo menos tan numerosos como dichos aparatos. Limitémonos á hacer comprender uno ó dos de estos sistemas.

El más sencillo y más comúnmente adoptado en las líneas telegráficas es el que representa la figura 370. Un electro-imán recibe en su carrete la corriente enviada al tornillo A, y de allí, pasando por el mango del martillo BM, puesto en contacto con un muelle R, sale por el botón *b* y por el tornillo D que comunica con las pilas, quedando entonces cerrado el circuito. El electro-imán atrae la varilla del martillo que hace las veces de armadura y que por esta causa cae sobre el timbre. Pero entonces cesa el contacto con el muelle; la corriente se interrumpe y la varilla del martillo vuelve á apoyarse en el muelle, lo cual da paso á una nueva corriente, y así sucesivamente mientras el circuito pasa por el aparato, es decir, y según hemos visto al describir el telégrafo Breguet de cuadrantes, mientras el conmutador está sobre el botón correspondiente.

De aquí resulta una serie de choques repetidos y frecuentes, por cuya razón se ha dado el nombre de *temblón* al aparato. Neef discursió el principio del mecanismo, y el electricista belga Lippens fué el primero que lo aplicó á los timbres.

Cuando se quiere obtener sonidos prolongados y más intensos, se adapta al sistema de timbre temblón un mecanismo de escape que introduce en el aparato el circuito de

una pila local: tal es el timbre de M. Aubine (fig. 371), en el cual hay una palanca acodada retenida contra el mango del martillo por un diente lateral. Cuando la corriente de la línea pone el timbre en acción, el martillo, atraído por el electro-imán, suelta la

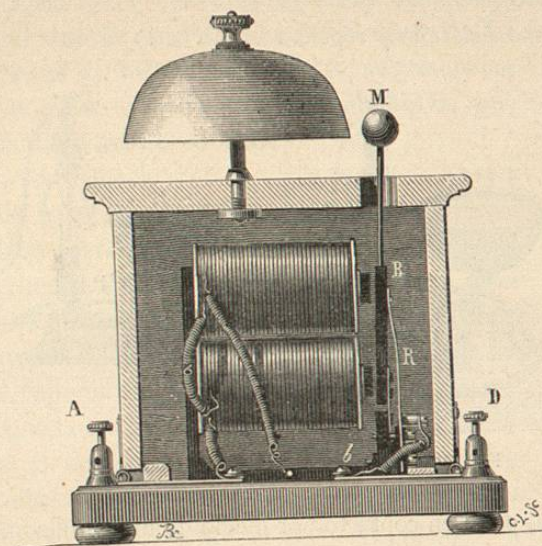


Fig. 370.—Timbre temblón de Breguet

palanca que cae sobre el muelle *r'*, abandonando el muelle *r*. Fácilmente se comprende que entonces se interrumpe la corriente de la línea, al paso que se cierra el circuito de la pila local PN. El timbre resulta así puesto en actividad por una corriente más energética que dura hasta que el empleado vuelve á poner en su sitio la palanca de escape, lo cual se hace con un botón exterior en que ésta remata, y que se ve en la parte exterior de la caja.

Hase dado en las minas á los timbres eléctricos una aplicación del mayor interés para la vida de los mineros. Con un aparato puesto en comunicación eléctrica con una pila y un timbre se puede indicar automáticamente el menor indicio de gas grisú, cuando su proporción en el aire es bastante grande para ofrecer algún peligro. He aquí en qué principio se basa este aparato ideado por M. Ansell.

Es sabido que si dos gases de densidad desigual están separados por una membrana porosa, cada uno de ellos atravesará la membrana con una velocidad que le es propia. Al cabo de cierto tiempo se mezclarán; pero como el gas menos denso atraviesa el obstáculo en mayor abundancia que el otro, resultará un aumento de presión en el medio ocupado por este último. Veamos cómo se utiliza este fenómeno en el *indicador del grisú* (fig. 372).

Consiste éste en un tubo encorvado con uno de sus brazos terminado á modo de

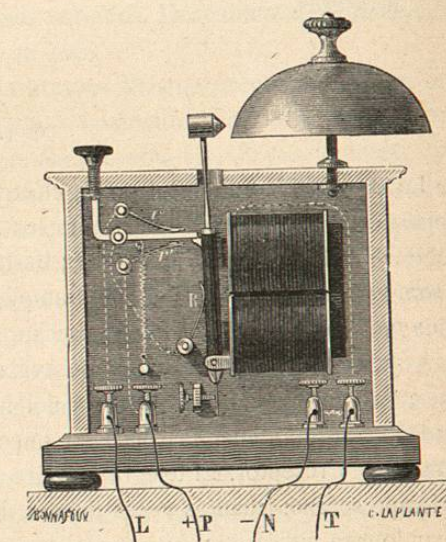


Fig. 371.—Timbre temblón de escape, sistema Aubine



embudo, ó en forma de vaso tapado con una placa *m* de substancia porosa. El tubo está lleno de mercurio, cuyo nivel es el mismo en cada brazo en las circunstancias ordinarias, es decir, cuando el aire de la galería es puro. Pero si alrededor del aparato se desprende el hidrógeno carbonado, penetrando este gas explosivo por la placa porosa, aumentará la presión en este brazo del tubo y repelerá el mercurio al otro brazo. Elevándose el

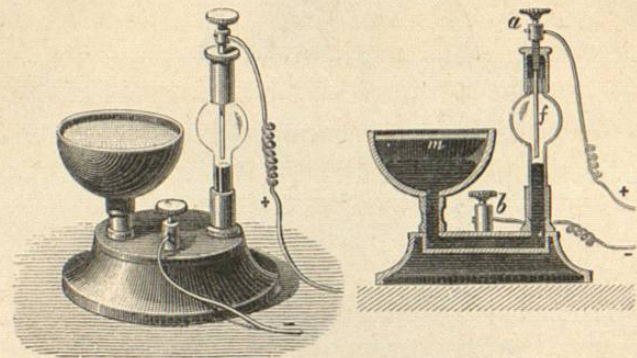


Fig. 372.—Indicador del grisú de M. Ansell

líquido por tal manera, pone en contacto por medio de una varilla metálica *f* los electrodos positivo y negativo *ab* de una pila. La corriente pasa, y hace resonar un timbre ó envía una señal telegráfica cualquiera al interior ó al exterior de la mina.

El mismo aparato puede servir para revelar la presencia de un gas más denso que el aire, como el ácido carbónico y el sulfhídrico, para lo cual basta establecer el contacto en la parte del tubo situada debajo de la placa porosa.

Se ha ensayado con éxito el indicador del grisú de M. Ansell en varias minas inglesas y francesas.

## V

### LOS PARARRAYOS

La superioridad de la telegrafía eléctrica sobre la aérea estriba principalmente en la rapidez con que se pueden transmitir los despachos, cualquiera que sea la distancia que medie entre las estaciones extremas; bastan unos cuantos segundos, algunos minutos á lo sumo para que el dócil agente franquee millares de kilómetros. Pero no es este el único motivo que ha inducido á desechar por añejo un medio de correspondencia que cuarenta años atrás parecía una maravilla de celeridad; hay que agregar á él la constancia, la continuidad casi absoluta del funcionamiento de los aparatos, con la única condición de mantener las pilas en buen estado así como la línea y los mecanismos transmisor y receptor. El telégrafo óptico de Chappe sólo funcionaba de día y estando el tiempo sereno: ¡cuántas veces dejaba de llegar en parte un despacho á su destino, llevando esta indicación: *Interrumpido por la niebla..... ó por la noche!*

Nada de esto es de temer con el telégrafo eléctrico, que puede funcionar todo el año, día y noche. Debemos, sin embargo, confesar que á veces se intercepta la transmisión de las corrientes eléctricas. Durante las tormentas, se electrizan parcialmente los hilos de línea, ocasionando perturbaciones en los despachos que vienen de puntos lejanos del fenómeno accidental. Las auroras boreales producen efectos análogos é irregularidades que todavía no se han podido remediar con seguridad.

Estas perturbaciones pueden ser bastante fuertes para causar daños, ya en la línea ó bien en las estaciones y aparatos. En las tormentas de alguna violencia, el rayo puede romper postes y aisladores; se pueden desimantar los imanes y las agujas de las brújulas, lo cual no extrañará al lector, si recuerda los fenómenos electro-magnéticos descritos en la primera parte de este tomo. Por el contrario, las armaduras ó las barras de hierro dulce de los electro-imanés pueden adquirir, en estas circunstancias, una imanación permanente que las inutiliza para el servicio.

Esto no tiene otro remedio sino la vigilancia de la línea y de los aparatos de la estación, la verificación continua de su buen funcionamiento, sobre todo en la estación de las tormentas, ó en el caso en que aparezcan auroras. En los de avería, es preciso reemplazar los objetos rotos ó deteriorados; pero como todo esto está hoy previsto, las líneas bien organizadas poseen en sus estaciones importantes los aparatos de repuesto indispensables; así es que la interrupción dura poco tiempo.

Hay sin embargo un peligro que se puede precaver, como se ha conseguido eficazmente: el que amenaza á los empleados de las estaciones, á su seguridad y á su vida. Al principio de la telegrafía eléctrica sucedió que entre los objetos metálicos estallaban fuertes chispas; la descarga rompía las piezas, las lanzaba á lo lejos, y hería ó mataba á las personas que se hallaban al paso del fluido. Desde entonces se ha provisto á todas las estaciones de unos sencillos aparatos que tienen por objeto hacer que pase la electricidad tempestuosa al suelo, y poner á salvo á la vez los instrumentos telegráficos y los empleados. Estos *pararrayos* son de formas y principios variados. Describamos algunos de los que más se usan.

El pararrayos Breguet, representado en la figura 373, es sumamente sencillo: consiste en dos placas metálicas dentadas, cuyos dientes están frente á frente; en un tubo que contiene un alambre capilar que enlaza eléctricamente los tornillos *ab*, y por último en un conmutador *P*. Cuando el brazo de este último ocupa la posición indicada en la figura, la corriente de la línea pasa de *L* á *F* y de allí á los aparatos. La electricidad dinámica procedente de la pila no tiene bastante tensión para escapar por las puntas de las placas, por lo cual sigue su trayecto ordinario; pero la electricidad atmosférica pasa por las puntas, y de ellas por el hilo *T* á tierra.

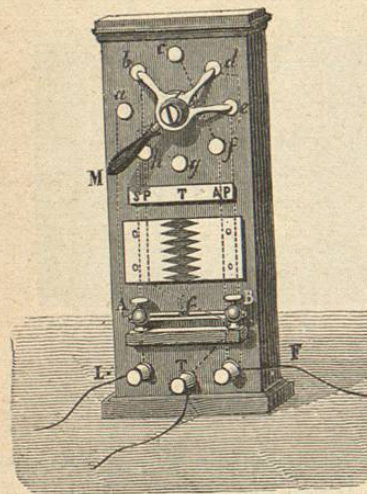


Fig. 374.—Otro pararrayos

Cuando sobreviene una tormenta algo fuerte, este camino puede ser insuficiente, en cuyo caso la electricidad pasa por el hilo, enrojeciéndolo y hasta fundiéndolo. Pero en este último caso la interrupción con la estación resulta de la fusión misma del hilo, y la electricidad tempestuosa pasa á tierra. Si se ha previsto la tormenta, el empleado pone el brazo del conmutador en el tornillo del hilo de tierra, interrumpiendo toda comunicación con la estación.

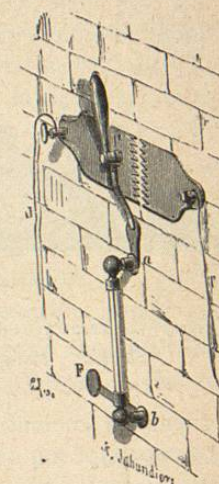


Fig. 373.—Pararrayos Breguet