

CAPÍTULO XI

ELECTROMAGNETISMO

SUMARIO. — Experimento de Ørsted. — Galvanómetro. — Acción de las corrientes sobre los imanes y sobre las corrientes. — Solenoides. — Electroimanes. — Campanas eléctricas y telegrafo con alambres. — Corrientes de inducción. — Carrete de Ruhmkorff. — Rayos X. — Fotografía de lo invisible. — Ondas hertzianas. — Radio-conductores de Branly. — Experimentos de Marconi. — Telegrafía sin alambres. — Teléfono y Micrófono. — Máquina de Clarke. — Máquina de Gramme. — Transporte de la fuerza motriz. — Alumbrado eléctrico. — Fabricación de lámparas incandescentes. — Hornos eléctricos. — El radio y el radio-actividad.

370. *Experimento de Ørsted.* — En el año de 1820, el físico Ørsted, profesor de física en la Universidad de Copenhague, descubrió que cuando una corriente eléctrica pasa por un alambre situado en el plano de una aguja magnética y cerca de ella, la aguja tiende á ponerse en cruz con la dirección de la corriente. El sentido de la desviación es dada en todos los casos por la siguiente Regla de Ampere (*):

El polo norte de la aguja imanada se desvía siempre hacia la izquierda de la corriente.

(*) Andrés Ampere nació en Polemieux, cerca de Lyon, en 1775, murió en 1837. Fué miembro de la Academia de Ciencias. Ampere fué uno de los sabios más notables del siglo XIX.

Para definir la izquierda de la corriente, supongamos, como hacia Ampere, á un observador acostado sobre el hilo conductor, de tal manera que la corriente le entre por los pies y le salga por la cabeza, debiendo, además, estar siempre viendo la aguja; la izquierda del observador será la izquierda de la corriente. Así, por ejemplo, supongamos una corriente XY que camine de Sur á Norte por encima de una aguja imanada, el polo Norte se

desviará hacia el Oeste ó sea hacia la izquierda del hombre y se colocará en la dirección A' B'.

Si la corriente pasa por debajo, también de Sur á Norte, el polo norte de la aguja se desviará hacia el E., ó sea hacia la izquierda del hombre.

Si no obrara la acción de la tierra, la aguja imanada se pondría exactamente en cruz con la dirección de la corriente, cualquiera que sea la intensidad de ésta, pero la tierra tiende á volver á la aguja á la dirección Norte-Sur.

371. *Galvanómetro.* — Fundándose en el experimento de Ørsted se han construido aparatos llamados *galvanómetros*, destinados á medir la intensidad de una corriente eléctrica. Realmente un galvanómetro sirve para averiguar la existencia de una co-

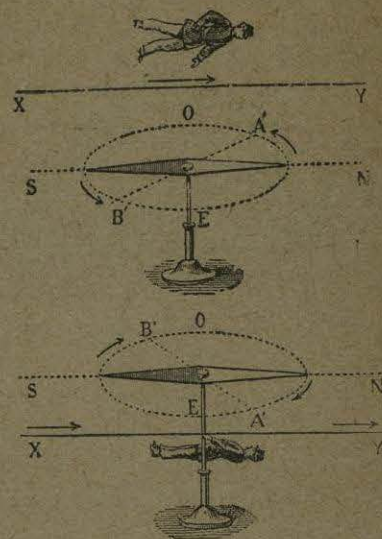


Fig. 354. Experimento de Ørsted.

riente, para conocer su dirección y para medir su intensidad.

Si suponemos una aguja imanada colocada dentro de un circuito metálico por el que pase una corriente eléctrica, ya sabemos que la aguja inmediatamente se desvía de su posición de equilibrio. Pero si hacemos que el conductor, muy bien aislado con seda, dé muchas vueltas alrededor de la aguja, la acción de la corriente se *multiplica* y entonces la aguja podrá acusar la existencia de corrientes sumamente débiles.

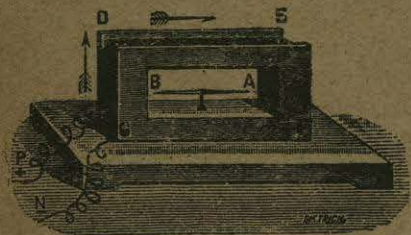


Fig. 355. Multiplicador de Schweigger.

El Sr. Schweigger construyó un *multiplicador* que se compone de un marco de madera DEFG en el cual se enrolla muchas veces un hilo de cobre aislado con seda. En el interior del marco está una aguja imanada AB que puede moverse libremente sobre un pivote. Las extremidades P y N del alambre van á dar á los polos de una pila.

Para hacer uso del multiplicador se comienza por esperar á que la aguja se oriente por sí sola en la dirección Norte-Sur, y en seguida se coloca el marco de manera que el alambre quede situado paralelamente á la dirección de la aguja. Luego se establece el circuito, la aguja se desvía del meridiano magnético y después de algunas oscilaciones toma cierta posición de equilibrio. La desviación hace conocer la existencia de la corriente; del sentido de la desviación se deduce el sentido de la corriente, según la

regla de Ampere, y de la magnitud de la desviación se deduce la intensidad de la corriente por medio de una tabla especial para cada instrumento y que está graduada en *amperes*.

El galvanómetro de Nobili, modificado por Ruhmkorff, se compone de un marco de cobre, rojo, sobre el que se enrolla muchas veces un hilo de cobre aislado con seda. Las extremidades de este alambre van á dar á dos terminales *oi*. El marco sostiene un círculo graduado de cobre rojo C que tiene una hendidura en el centro, según un diámetro paralelo á la dirección del alambre.

A esta hendidura corresponde el 0 de la graduación que va por ambos lados de 0 á 90°. El aparato lleva un sistema de agujas astáticas (*véase párrafo 286*), una de las cuales queda dentro del multiplicador y la otra por encima del círculo graduado. La que está dentro es la que recibe la influencia de la corriente y la que está afuera sirve para indicar la desviación. Las agujas están unidas entre sí por medio de un vástago de cobre que las conserva siempre paralelas y el sistema está suspendido de un gancho por un hilo de seda de capullo.

Todo el aparato está fijo en una peana de cobre que lleva tres tornillos de nivelación y está cubierto con un capelo de cristal.

Una vez muy bien nivelado el aparato para que el hilo de capullo no frote con los bordes de la hendidura, se orienta el aparato en la dirección del meridiano magnético, es decir, que la extremidad *a* de la aguja *ab* debe quedar arriba del 0.

Al establecer la corriente se observa que las agujas tienden á dar vueltas sobre sí mismas, lo que se evita poniendo en el círculo graduado, frente á las

divisiones 90, unos pequeños topes contra los cuales choca la aguja superior.

Se construye actualmente un aparato llamado *amperémetro*, que es realmente un galvanómetro industrial; una simple lectura basta entonces para

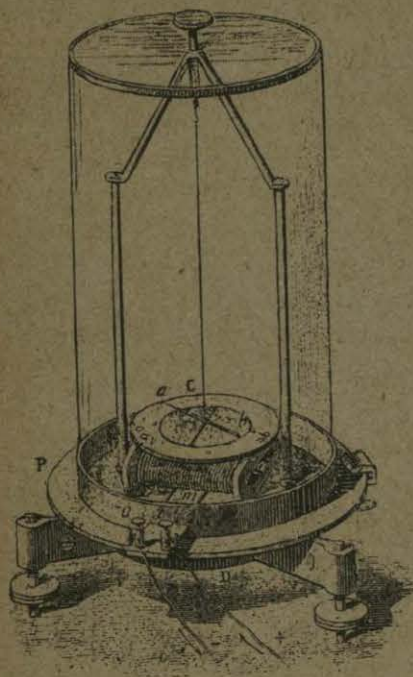


Fig. 356. Galvanómetro de Nobili.

indicar la intensidad de la corriente.

Existen también *vóllmetros* ó sean galvanómetros especiales para dar á conocer en *volts* la diferencia de nivel eléctrico entre dos puntos de un circuito recorrido por una corriente.

372. *Acción de los imanes sobre las corrientes.*—Así como [las corrientes ejercen acción sobre los imanes, éstos también la ejercen sobre las corrientes. En efecto, si se presenta un

imán fijo á una corriente movible, ésta tiende á ponerse en cruz con el imán, quedando el polo Norte del imán á la izquierda de la corriente.

373. *Acción de las corrientes sobre las corrientes.*—Las corrientes también ejercen acción sobre las corrientes, y se atraen ó se rechazan, según su dirección recíproca. Las leyes descubiertas por Ampere,

á que están sometidas las acciones mutuas de las corrientes son las siguientes:

1.^a *Dos corrientes paralelas y del mismo sentido se atraen.*

2.^a *Dos corrientes paralelas y de sentido contrario se rechazan.*

3.^a *Dos corrientes cruzadas que se acercan ó se alejan á la vez del punto de cruzamiento se atraen.*

4.^a *Dos corrientes cruzadas, que una se aleja y otra se acerca al punto de cruzamiento, se rechazan.*

5.^a *Una corriente, algo sinuosa, ejerce la misma acción que una rectilínea.*

374. *Solenoides.*—Se da el nombre de *solenoides* á un sistema de corrientes circulares iguales y paralelas, cuyos planos son perpendiculares á una misma línea recta que se llama *eje del solenoide*. Para la construcción de este aparato se enrolla en forma de hélice un largo hilo de cobre cubierto de seda, teniendo cuidado de dejar una parte rectilínea del hilo en el interior y siguiendo la dirección del eje de la hélice. Cuando se hace pasar una corriente por un solenoide, la corriente puede considerarse descompuesta en tres partes: 1.^a, una corriente en el sentido de la longitud del solenoide (*corriente sinuosa*); 2.^a, una corriente de regreso en el sentido del eje; 3.^a, una serie de corrientes circulares, paralelas, iguales y del mismo sentido.

Como la primera y la segunda se destruyen, sólo nos queda la serie de corrientes circulares.

La tierra obra sobre los solenoides lo mismo que sobre los imanes.

Las leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas se aplican exactamente á las acciones recíprocas de los solenoides y de los imanes.

375. *Imanación por las corrientes.* —Al hablar de los procedimientos de imanación (párrafo 287), dijimos que el método más eficaz era el de la corriente eléctrica. Si sobre un tubo de vidrio se enrolla un alambre de cobre aislado con seda y dentro se coloca una barra de acero en el sentido del eje del tubo, basta hacer pasar una corriente por el alambre para que la barra se convierta en imán. Si el alambre se enrolla de izquierda á derecha, por encima se tiene una *hélice dextrorsum*; si se enrolla de izquierda á

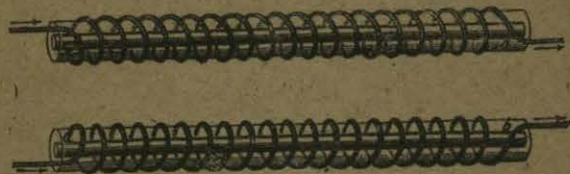


Fig. 357. Imanación por las corrientes.

derecha por debajo, resulta una *hélice sinistrorsum*. En la primera, el polo Sur de la barra se encuentra siempre en la extremidad por donde entra la corriente; en la segunda, el polo Sur queda á la salida de la corriente.

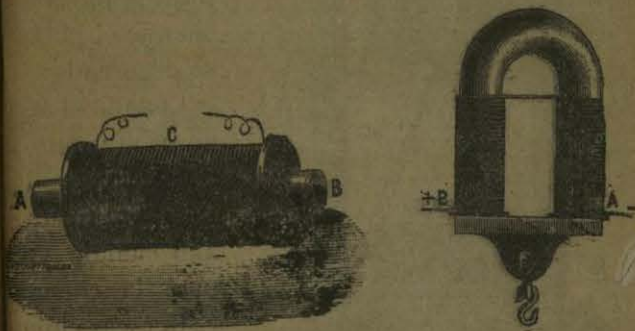
La barra de acero una vez imanada conservará indefinidamente su imanación; pero si en lugar de acero se coloca una barra de hierro dulce (*) se imantará fuertemente al pasar la corriente, pero perderá todo poder magnético desde que la corriente deje de pasar.

Esta diferencia entre el acero y el hierro dulce, relativa á la duración de su imanación por una

(*) *Hierro dulce* quiere decir hierro muy puro, que no contiene ní silicio ni carbón.

corriente eléctrica, explica la diferencia de sus aplicaciones prácticas. En efecto, la imanación del acero por una corriente eléctrica se emplea exclusivamente para obtener imanes permanentes poderosos. Al contrario, la imanación del hierro dulce por una corriente eléctrica se emplea exclusivamente para obtener imanes *temporales* que se llaman *electro-iman*es, y que se emplean en las campanas eléctricas, en los telégrafos, en los teléfonos, etc., etc.

376. *Electro-imán.* —Un electro-imán está formado



Figs. 358 y 359. Electro-imanes.

por una barra de hierro dulce AB que sirve de eje un carrete de madera C en el que se enrolla un alambre de cobre aislado con seda. Si se hace pasar una corriente por el alambre, el eje de hierro se convierte inmediatamente en un imán, de lo que se convence uno viendo que atrae al acero, al níquel, al fierro y que introducido el polo A ó el polo B en una armaja forma un hermoso penacho; pero tan pronto como se interrumpe la corriente pierde todo poder magnético.

El aparato representado en la figura 359 es un electro-imán en forma de herradura que sostiene una

pieza de hierro dulce llamada portante y provista de un gancho.

Ya que está pasando la corriente se acerca el portante y se nota que es vivamente atraído. Después se suspende con unas cadenas una plancha de madera sobre la que es posible colocar grandes pesos sin que el portante se desprenda.

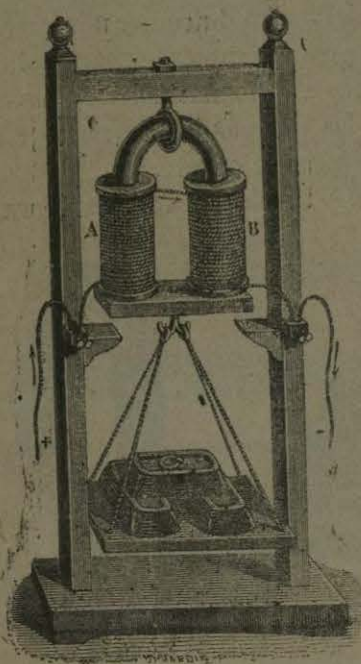


Fig. 360. Electro-ímán en forma de herradura.

Cuando el hierro contra el resorte B, pasa no es muy puro se conserva por algún tiempo imantado aun cuando ya no pase la corriente. Esta escasa imantación se conoce con el nombre de *magnetismo remanente*.

377. Campana eléctrica. — Una campana eléctrica se compone de una plancha de madera dispuesta verticalmente y sobre la cual se fija un electro-ímán E, al cual llega por un terminal la corriente de una pila. Saliendo del electro-ímán la corriente sigue por una lámina elástica de acero que lleva la armadura A del electro-ímán. Sigue después por un resorte de latón B que está en contacto con la armadura y regresa á la pila por el terminal.

Cada vez que pasa la corriente por el electro-ímán la armadura es atraída y con ella el martillo P que pega contra el timbre T y lo hace sonar. Pero en el momento en que la armadura es atraída por el electro-ímán cesa el contacto entre la armadura A y el resorte B, y entonces se interrumpe la corriente. Quedando abierto el circuito, el electro-ímán pierde su poder atractivo y entonces la lámina de acero, en virtud de su elasticidad, impulsa á la armadura contra el resorte B, pasa de nuevo la corriente y se repite la misma serie de fenómenos. Para hacer funcionar la campana á distancia hay que interrumpir el circuito en uno de sus puntos, y aquí se coloca un botón de marfil, que al ser comprimido, pone en contacto dos resortes de latón que establecen la corriente.

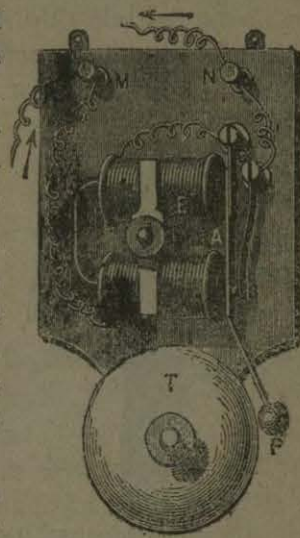


Fig. 361. Campana eléctrica.

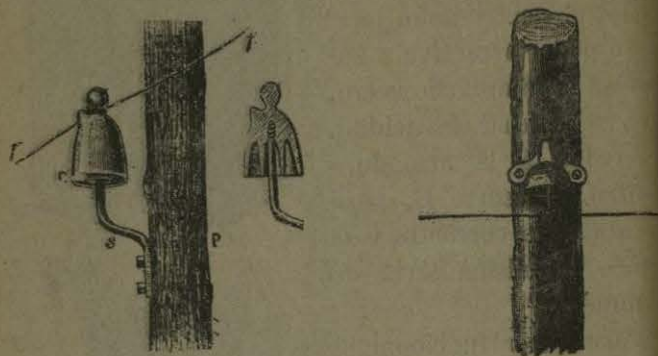
TELÉGRAFO DE MORSE

378. El telégrafo — de *tele*, lejos, y *grafo*, escribir — es una reunión de aparatos que sirve para transmitir á distancia la palabra escrita.

En el año de 1820, el físico danés Ørsted descubrió la acción de las corrientes sobre los imanes, y más tarde Arago vió que la corriente eléctrica tenía la propiedad de imanar temporalmente el hierro puro.

Galvani descubriendo la electricidad dinámica, Volta inventando la primera pila, Ørsted y Arago descubriendo el electro-magnetismo, pusieron las bases para que Morse consiguiera comunicar á los pueblos por medio del telégrafo.

Un telégrafo se compone principalmente de la pila, la línea, el manipulador y el receptor. La pila que



Figs. 362 y 363. Los postes y los aisladores.

se usó mucho tiempo en los telégrafos fué la de Daniell; ahora se prefiere la de Callaud: la línea consiste en un alambre de cobre sostenido por unos postes de madera que se colocan de distancia en distancia y que llevan unos aisladores de vidrio.

Supongamos en la figura 364 que tratamos de poner en comunicación el punto M con el punto L. En L colocamos un electro-imán por el que pasará la corriente de una pila que está en M, habiendo en L un aparato especial que nos permite establecer ó interrumpir la corriente á voluntad. Frente á los polos del electro-imán hay una armadura A sostenida por un resorte antagonista R.

En el momento en que queremos mandar una señal

establecemos la corriente, y entonces el electro-imán atrae á la armadura; si interrumpimos la corriente, la armadura dejará de ser atraída.

La experiencia ha demostrado que no es necesario el hilo de regreso, y que basta comunicar con el suelo,

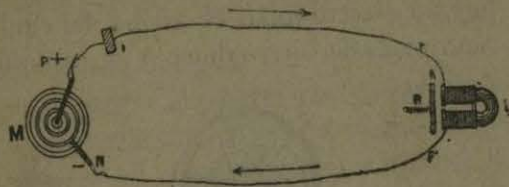


Fig. 364. Explicación del telégrafo eléctrico.

en una estación, uno de los hilos del electro-imán, y en la otra estación comunicar, también con el suelo, uno de los hilos de la pila.

El manipulador consiste en una palanca de primer género *a b* que está apoyada en una de sus extremidades sobre una pieza metálica por donde pasa la

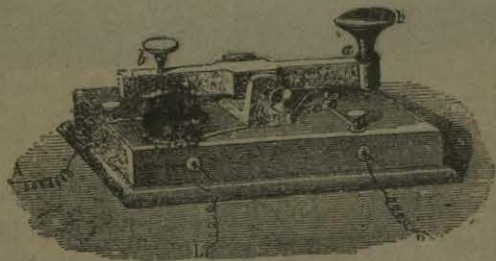


Fig. 365. El manipulador.

corriente; en la otra extremidad tiene un botón de madera ó de marfil B que lleva inferiormente un pivote que apoya sobre un pequeño yunque cuando el telegrafista oprime el botón.

El receptor consiste en una caja de cristal D que lleva en su interior un movimiento de relojería; en la parte superior tiene una rueda R donde se enrolla una tira de papel, delgada y muy larga. Esta tira pasa por unos cilindros y va á enrollarse en una segunda rueda Q colocada lateralmente. A un lado de la caja hay un electro-imán E, arriba del cual se encuentra una pieza de hierro dulce A en comunicación

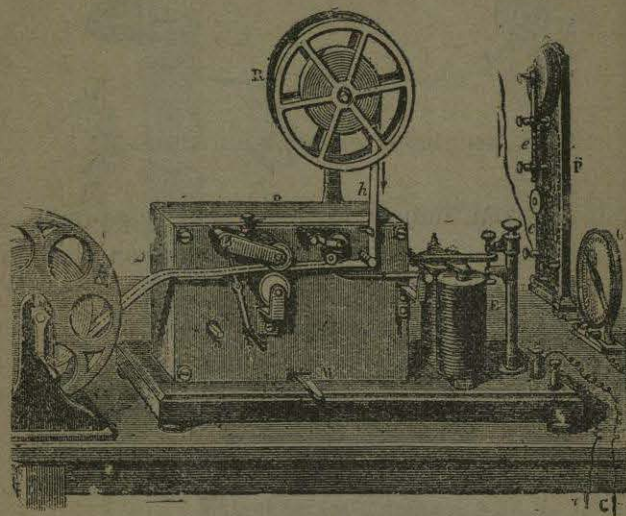


Fig. 366. El receptor.

con una palanca. Cuando el telegrafista de una estación apoya el dedo sobre el botón del manipulador, se establece la corriente, se imana la armadura del electro-imán, la barra de hierro dulce es atraída y entonces la palanca obliga á la tira de papel á apoyarse sobre el cilindro entintador. Si el contacto dura un instante se produce un punto en la tira de papel, y si el contacto es prolongado se produce una raya más ó menos larga. El alfabeto de Morse y el adap-

tado ahora como alfabeto internacional consta de puntos y rayas.

He aquí cómo se representan las vocales en el telégrafo de Morse:

a . — i . . u . . —
e . o — — —

Además de los aparatos que hemos mencionado hay en un telégrafo el aparta-rayos, que sirve para evitar una descarga cuando existe mucha electricidad en la atmósfera; el galvanómetro para saber la exis-



Fig. 367. Cable submarino.



Fig. 368. Sección del cable.

tencia, intensidad y dirección de la corriente, un timbre, etc., etc.

En la actualidad casi no se emplea ya el receptor Morse, sino sencillamente un electro-imán llamado *sonador*, y los telegrafistas reciben los telegramas *al oído*.

379. *Cable submarino*.—Los cables que se sumergen en el fondo de los mares para el servicio telegráfico submarino, deben estar perfectamente aislados y ser de una solidez á toda prueba. El conductor en lugar de ser un solo alambre se compone de siete alambres de cobre que forman lo que se llama el *alma* del cable y se hallan aislados por medio de una gruesa capa de gutapercha, la que á su vez es protegida y reforzada por una armadura de alambres d

hierro cubiertos con cáñamo, los cuales están enrollados formando espiras á su rededor.

380. *Velocidad de la electricidad.*—Wheatstone calculó que la velocidad de la electricidad es de 461,000 kilómetros por segundo, es decir, mayor que la de la luz. Pero esta velocidad no es nunca tan grande en los alambres telegráficos y en los cables submarinos, pues se ha demostrado que sólo recorre 4.300 kilómetros por segundo.

INDUCCIÓN ELÉCTRICA

381. *Corrientes de inducción.*—La inducción en la electricidad dinámica es análoga á la influencia en la electricidad estática. Las *corrientes inducidas* son aquellas que se producen en un circuito cerrado por

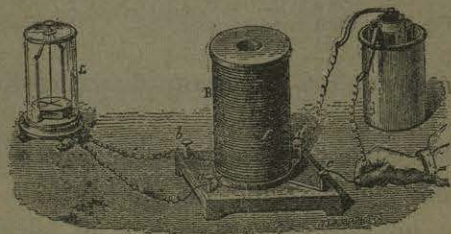


Fig. 369. Corriente inductora que comienza.

la influencia de una corriente llamada *inductora*, de un imán ó de la Tierra. Estas corrientes fueron descubiertas por Ampere y estudiadas por Faraday.

382. *Corrientes dinamo-eléctricas.*—Las corrientes dinamo-eléctricas ó sean las producidas por la influencia de una corriente eléctrica, están sometidas á tres leyes:

1.^a ley. *Cuando comienza en un circuito una co-*

riente inductora, se desarrolla en un circuito cercano una corriente inducida, instantánea, inversa; y cuando se hace cesar la corriente inductora, se desarrolla, en un circuito cercano, una corriente instantánea que es de sentido directo.

Para demostrarlo se hace uso de un carrete de madera en el que hay enrollados dos alambres de cobre, muy bien aislados con seda. Uno de ellos es grueso, da pocas vueltas alrededor del carrete y va á terminar á dos tornillos *c* y *d*; encima se enrolla otro alambre delgado que da muchas vueltas y cuyas extremidades llegan á dos terminales *a* y *b*.

Estos terminales se ponen en comunicación con un galvanómetro, el terminal *d* se comunica con uno de los polos de una pila y el alambre del otro polo se tiene en la mano.

Si se toca con el alambre el terminal *c*, se observa que la aguja del galvanómetro se desvía en sentido contrario á la desviación que hubiera originado la sola corriente de la pila; pero la aguja vuelve al *cero* aun cuando el circuito permanezca cerrado, lo que indica que la corriente fué instantánea. Si ya que la aguja volvió al *cero* se separa el alambre del terminal *c*, la aguja vuelve á desviarse, pero esta vez en sentido contrario de la desviación anterior ó sea en el mismo sentido que el de la corriente de la pila.

2.^a ley. *Un aumento de intensidad en la corriente inductora hace nacer una corriente inducida, instantánea, inversa; una disminución de intensidad produce una corriente inducida, instantánea, directa.*

Para demostrar esta ley hacemos uso del mismo aparato representado en la figura 369, nada más que ponemos de un lado y otro y en *el camino de la corriente inductora* dos vasos con mercurio. Si comuni-

camos un vaso con otro por medio de un alambre, la corriente se debilita y se observa una desviación en la aguja del galvanómetro. La aguja vuelve al *ceró*, y si entonces interrumpimos la comunicación entre los dos vasos de mercurio, la intensidad de la corriente aumenta y la aguja se desprende en sentido contrario.

3.^a ley. *Si se aproxima ó si se aleja un circuito inductor de un circuito inducido, se obtiene, en el primer caso, una corriente inducida, inversa, y en el segundo caso una corriente inducida, directa, siendo ambas instantáneas.*

Para esta demostración se emplea un carrete B que

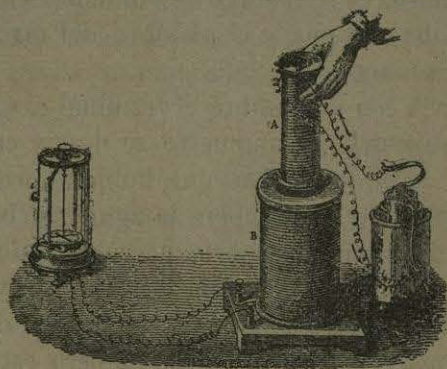


Fig. 370. Producción de corriente inducida.

tiene enrollado un largo alambre muy fino y aislado con seda y que comunica con un galvanómetro, y otro carrete A de hilo corto y grueso, cuyas extremidades comunican con una pila.

Si se introduce bruscamente el carrete A dentro del carrete B, se observa una desviación en la aguja del galvanómetro, indicando una corriente de sentido inverso. Ya que la aguja volvió al *ceró*, se retira rá-

pidamente el cilindro A y la aguja vuelve á desviarse, indicando el desarrollo de una corriente inducida, directa.

383. *Extra-corriente.*—Una corriente puede engendrar, en su propio circuito, una corriente inducida que se llama *extra-corriente* ó corriente de *self-inducción*.

384. *Corrientes inducidas magneto-eléctricas.*—Las corrientes inducidas magneto-eléctricas ó sean las producidas por los imanes en los circuitos cerrados, están sometidas á tres leyes:

1.^a ley. *Si se coloca ó se crea un imán cerca de un*

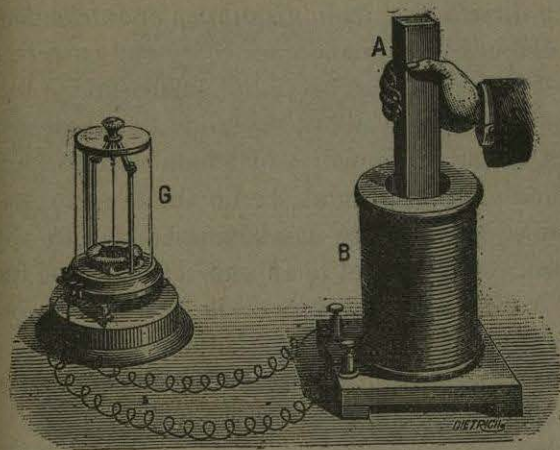


Fig. 371. Producción de corrientes inducidas magneto-eléctricas.

circuito cerrado, se produce en el circuiur eac tñoron inducida, inversa; si se retira el imán se produce una corriente directa.

Las palabras *inversa* y *directa* deben entenderse aquí comparando el imán á un solenoide atravesado por una corriente.

Para demostrar la ley hacemos uso de un carrete

cuyo alambre aislado comunica con un galvanómetro. Introduciendo ó sacando vivamente un imán por el eje del carrete, el sentido de la desviación de la aguja comprueba la ley. Puede emplearse el carrete del doble alambre, y ya que está pasando la corriente y que la aguja volvió al *cero* se introduce una barra de hierro dulce, ésta se imana y la aguja se desvía. Retirando el eje de hierro dulce hay desviación en sentido contrario.

2.^a ley. *Cuando se modifica la intensidad del imán inductor hay producción de corriente inducida en un circuito cercano; inversa si el imán aumenta de intensidad y directa si el imán disminuye de intensidad.*

Se demuestra poniendo en el eje del carrete una barra de hierro dulce, la cual se imana más ó menos por influencia acercando ó alejando un fuerte imán.

Para evitar la influencia del imán puede hacerse enrollando en las ramas de un imán en forma de herradura, un alambre que comunica con un galvanómetro. Acercando al imán una armadura de hierro dulce ó alejándola se observa la desviación correspondiente en la aguja del galvanómetro.

Este experimento ha recibido una importante aplicación en el teléfono.

3.^a ley. *Si se acerca ó se aleja un imán á un circuito inducido hay producción de corriente inducida, inversa en el primer caso y directa en el segundo.*

385. *Carrete de Ruhmkorff.*—Fundándose en las corrientes de inducción dinamo-eléctricas Enrique Ruhmkorff (*) construyó un aparato, fecundo en re-

(*) Enrique Ruhmkorff nació en Alemania en 1803. Trabajó en los talleres de Chevalier, en París, y llegó á ser un hábil constructor de aparatos de Física. Su carrete le valió

sultados científicos. El carrete de Ruhmkorff se compone de un cilindro de madera sobre el cual se enrolla un alambre de cobre aislado con seda y barniz, de 40 metros de largo por 2 milímetros de grueso; encima de esta envoltura va un cilindro aislador de vidrio ó de cauchú, sobre el que se enrolla dando numerosas vueltas un alambre de cobre aislado, de un tercio de milímetro de espesor, y cuya longitud alcanza en los grandes carretes 120.000

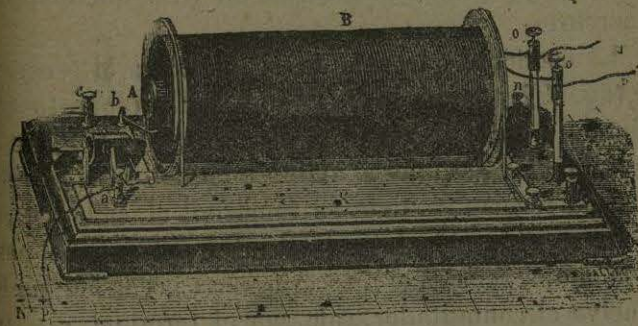


Fig. 372. El carrete de Ruhmkorff.

metros. El alambre grueso es el hilo *inductor* y el delgado es el *inducido*. Para que se produzca una corriente inducida casi continua es necesario que la inductora experimente constantes y rápidas interrupciones. Esto se consigue con un aparato especial llamado *interruptor*.

El interruptor empleado al principio fué el de el gran premio de 50,000 francos, fundado para recompensar al autor del descubrimiento más importante referente á las aplicaciones de la electricidad.

martillo, pero después fué substituido por el *interruptor de mercurio* de Foucault (*).

En el eje del carrete va un cilindro de hierro dulce que sobresale de un lado y otro, y que sirve para el funcionamiento del interruptor.

El interruptor de Foucault se compone de una palanca de primer género sostenida por un vástago vertical. La palanca lleva en un extremo una pieza ó armadura de hierro dulce que viene á quedar por encima y muy cerca del eje de hierro dulce del carrete, y en el otro extremo está fija una aguja de acero cuya punta penetra en un vaso que contiene mercurio.

La corriente que sale de la pila llega al terminal *a* (fig. 372), pasa por el conmutador *C* (aparato destinado á abrir ó cerrar el circuito), sigue hasta el terminal *b* y pasa por el alambre inductor del carrete, el cual recorre en toda su longitud; al salir del carrete se dirige al vástago del interruptor, sube, pasa á la aguja, penetra al mercurio, pasa por la lámina *K*, vuelve al conmutador, sale por el terminal *c* y regresa á la pila. Pero al pasar la corriente, el eje de hierro dulce se imana y atrae á la armadura de la palanca. Entonces la punta de acero se sale del mercurio y deja de pasar la corriente; el eje se desimana, la palanca vuelve á su posición de equilibrio, la punta de acero se sumerge de nuevo en el mercurio, vuelve á establecerse la corriente y se repiten los mismos fenómenos.

El interruptor representado en la fig. 373 se usa en los grandes carretes y está accionado por una pila local.

(*) Hay otros interruptores modernos como el de Ducretet y el electrolítico de Welhnet.

Las extremidades del hilo inducido van á dar á dos tornillos *o, o*, fijos en unas columnas de cristal ó bien á dos terminales que se fijan en la parte superior de un cilindro de ebonita que rodea á todo el carrete.

El conmutador á que antes hicimos referencia consiste en un cilindro de marfil ó ebonita que puede girar alrededor de su eje y que lleva de un lado y otro unas laminitas de latón. A derecha é izquierda hay unos resortes metálicos. Cuando éstos se ponen

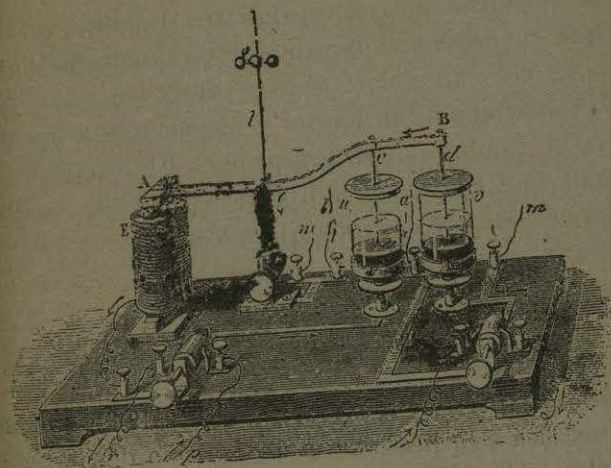


Fig. 373. Interruptor de Foucault para grandes carretes.

en contacto con las laminitas de latón, pasa la corriente, y si los resortes quedan en contacto con la parte de marfil ó ebonita, se interrumpe la corriente.

386. *Efectos del carrete de Ruhmkorff.*— Los efectos fisiológicos, aun de los pequeños carretes, son muy intensos. Con un carrete mediano accionado por dos elementos de Bunsen, se mata un conejo, y con un gran número de elementos un hombre caería herido como por el rayo.

Interponiendo en el circuito inducido un alambre de hierro muy delgado, enrollado en espiral, arde con viva luz y se funde.

Los efectos luminosos son muy notables; consisten ya en grandes chispas, ya en los hermosos aspectos que toman los gases enrarecidos encerrados en tubos de variadas formas.

Geissler imaginó unos tubos cerrados de cristal conteniendo gases ó vapores á muy débil tensión y llevando en los extremos unos alambres de platino que penetran 1 ó 2 centímetros. Cuando se hace pasar la corriente, los tubos se iluminan, pero la luz no es continua, sino que se observan unas zonas alternativamente brillantes y oscuras, que han recibido el nombre de *estratificaciones*. En los tubos delgados que contienen hidrógeno enrarecido la luz es roja, en el ácido carbónico es verdosa, en el nitrógeno es anaranjada.

RAYOS X

387. *Historia.*—Desde el año de 1849 los hombres de ciencia perseguían el problema de percibir lo invisible y de fijar imágenes á través de los cuerpos opacos.

Las primeras tentativas fueron hechas por Reichenbach, quien trató de fijar sobre una placa daguerreotípica el trazado de los *efluvios ódicos*, es decir, el trazado de ese flúido particular que, según el sabio austriaco, se desprende de todos los seres vivientes, de los imanes, de los compuestos químicos, etc., y que ciertos sujetos especiales, llamados por él *sensitivos*, perciben perfectamente en la obscuridad.

Sin embargo de su empeño, Reichenbach no pudo convencer á los sabios de su tiempo.

El estudio del espectro solar fué el que condujo á un primer descubrimiento precioso: el de la transparencia de ciertos cuerpos opacos á radiaciones particulares susceptibles de influenciar las substancias químicas de la misma manera que lo hace la luz. La exploración del espectro había indicado que fuera de la parte colorida visible existen otras regiones: una calorífica más allá del rojo y otra química más allá del violeta.

Ya el gran físico Hertz había notado que los rayos catódicos obraban sobre la placa fotográfica de la misma manera que los rayos ultra-violetas del espectro solar.

Los rayos catódicos son aquellos que parten del *cátodo* ó electrodo negativo de un tubo de Crookes, y un tubo de Crookes, como ya hemos dicho, consiste en una ampolla de cristal en la cual se ha hecho un vacío casi perfecto y está atravesado por 2 hilos de aluminio que se pueden poner en comunicación con los polos secundarios de un carrete de Ruhmkorff.

En los primeros días de Enero de 1896 un periódico francés, *Le Rappel*, publicaba una pequeña nota escrita por el redactor científico Sr. Jorge Vitoux, anunciando el descubrimiento hecho por el Profesor Röntgen, de la Universidad alemana de Wurstburgo, de un procedimiento para fotografiar á través de los cuerpos opacos.

Hecho tan sorprendente y extraordinario parecía inverosímil; sin embargo, los datos del experimento comenzaron á ser precisados y al fin los señores Doctores Oudin y Barthélemy presentaron, por conducto del señor Poincaré, á la Academia de Ciencias de