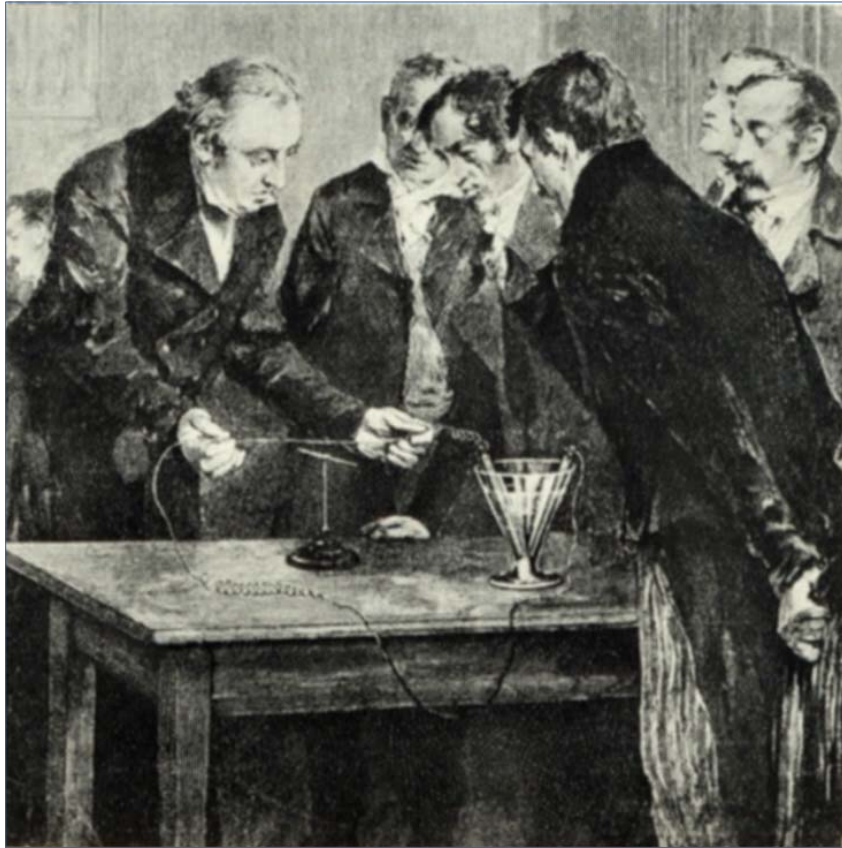
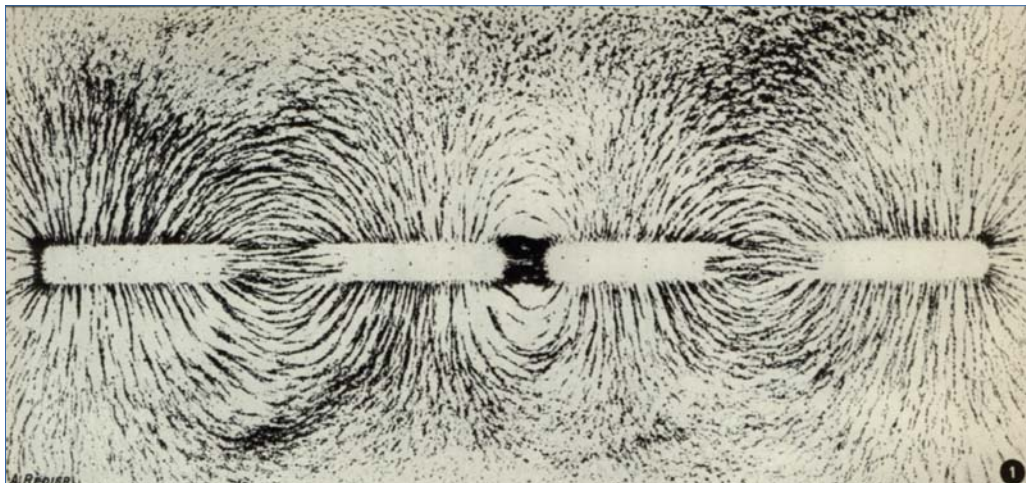


# 6.3



Oersted (1819), profesor de la Universidad de Copenhague, muestra su auditorio la influencia de la corriente eléctrica sobre una aguja imantada



Campos magnéticos creados por imanes

**E  
L  
E  
C  
T  
R  
O  
M  
A  
G  
N  
E  
T  
I  
S  
M  
O**

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

Refiere *Plinio*, en una de sus obras, que, en tiempos remotos, un pastor del monte Ida observó que los objetos de hierro, tales como los clavos de su calzado y la contera de su cayado, se adherían fuertemente a un mineral oscuro, como si fuesen atraídos por él. Según unos, dio el inventor el nombre de *Magnes* al mineral; según otros, *Magnes* es el nombre del propio inventor. Entre los romanos se conoció también la propiedad característica de esa sustancia, y llamaron al mineral referido *la piedra*, como si dijéramos, el mineral por excelencia.

Los primeros fenómenos magnéticos observados estuvieron relacionados, sin duda, con los llamados *imanes naturales*, que son trozos de un mineral de hierro encontrado junto a la antigua ciudad de Magnesia (de donde viene el término *magnético*). Estos imanes naturales tienen la propiedad de atraer al hierro, siendo el efecto más pronunciado en ciertas regiones del imán llamados *polos*.

Antes del año 121 de nuestra era, los chinos ya habían observado que una barra de hierro, después de haber sido colocada cerca de un imán natural, adquiría y conservaba esta propiedad de los imanes naturales, y que si dicha barra se suspendía libremente de modo que pudiera girar alrededor de un eje vertical se colocaba aproximadamente en la dirección norte-sur.

El primer tratado europeo importante sobre el magnetismo se debe a *Pedro Peregrino de Maricourt* (1269). Peregrino distingue claramente los polos de un imán permanente; observa que el norte y el sur se atraen y que polos iguales se repelen; describe cómo, si se fragmenta un imán, se crean otros polos.

*William Gilbert de Colchester* fue el verdadero fundador de la ciencia del magnetismo. Su obra *De Magnete, magneticisque Corporibus*, publicada en 1600, puede considerarse como uno de los trabajos claves sobre magnetismo. Gilbert detalla cómo se pueden hacer imanes por medio de tres métodos: tocando objetos imantados; por deformación plástica; y fabricando barras de hierro, calentándolas y dejándolas enfriar. De hecho, estos métodos fueron los que se usaron hasta 1820. Observó también que el calor destruye el magnetismo.

El estudio de los fenómenos magnéticos se limitó durante muchos años a los imanes naturales. Hasta 1819 no se demostró que existía relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. En aquel año, el físico danés *Hans Christian Oersted* observó que un imán que puede girar alrededor de un eje (aguja magnética) se desviaba al encontrarse en la proximidad de un hilo conductor que transportaba una corriente. Más tarde *Faraday* observó que en un circuito se producía una corriente instantánea, cuando en otro circuito próximo se establecía o se interrumpía una corriente.

Poco tiempo después, el físico americano *Josephn Henry*, descubrió que el movimiento de un imán acercándose o alejándose del circuito producía el mismo efecto. El trabajo de Oersted demostró que podían producirse efectos magnéticos por el movimiento de cargas eléctricas, y el de Faraday y Henry que podían obtenerse corrientes por el movimiento de imanes. *James Clerk Maxwell*, tradujo estas ideas a un lenguaje matemático preciso (1873) y publicó las ideas de Faraday, sus propias ecuaciones y todo lo hasta entonces conocido en la materia. Las soluciones de las ecuaciones de Maxwell mostraron que una onda electromagnética se propaga a la velocidad de la luz. *Heinrich Hertz*, en 1888, mostró que estas ondas eran precisamente ondas de luz, lo que significó un paso gigantesco al mundo moderno.

Actualmente se sabe que los fenómenos magnéticos proceden de las fuerzas originadas entre cargas eléctricas en movimiento. Por eso, una corriente eléctrica, al ser una carga en movimiento, ejerce una acción magnética sobre cualquier otra carga en movimiento. Para explicar el comportamiento magnético de los imanes, se considera que, puesto que los electrones son cargas eléctricas en movimiento, es lógico esperar que cada uno de ellos por separado sea capaz de producir fenómenos magnéticos.

En la mayor parte de las sustancias estos fenómenos no se manifiestan, ya que, por estar los átomos orientados aleatoriamente, las acciones de sus electrones se anulan entre sí. Sin embargo, en los materiales magnéticos, los átomos poseen una orientación tal que las acciones magnéticas de sus electrones se suman

## IMANES NATURALES Y ARTIFICIALES

Los imanes son los cuerpos dotados de la propiedad de atraer al hierro, al níquel, al cobalto, a ciertos compuestos suyos y a algunas otras sustancias minerales o industriales.

### IMANES NATURALES

El *imán natural* es un mineral llamado **magnetita (piedra imán)**, formado principalmente de óxido ferroso férrico ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y que constituye una importante mena del hierro, el mineral puro contiene un 72 % de hierro. Se presenta en masas densas, frágiles y de color oscuro. Su densidad es de  $5,2 \text{ g/cm}^3$  y su dureza está comprendida entre 5 y 6,5. Los mejores ejemplares de imanes naturales provienen de los montes Urales, en Siberia. Los yacimientos más importantes se encuentran en Alemania, Suecia, Finlandia, Montes Urales, Rumanía y Estados Unidos.



Ejemplares del Museo de Ciencias Naturales del Instituto Cardenal Cisneros

### IMANES ARTIFICIALES

Poniendo en contacto con una piedra imán un trozo de hierro, acero u otra sustancia magnética, se comunica a esta la propiedad de atracción que presenta la piedra imán. Esta comunicación puede también tener efecto sin contacto, por simple acercamiento. El magnetismo del hierro puro desaparece en cuanto cesa el contacto o el acercamiento de la piedra imán. El magnetismo del acero persiste. El hierro se transforma en un imán temporal y el acero en un imán permanente.

La facilidad de obtener imanes artificiales, de formas y condiciones convenientes, hace que se prefieran a los imanes naturales y sean casi exclusivamente los usuales.



*Nº inv.: 06.3 / 249*

*Nº ejemplares: 2*

*Fecha: 1874*

*Fabricante: Bretón. París*

*Acero: 32 x 2 x 0,5 cm y 16,5 x 2 x 0,8 cm*

*Cajas de madera*

*38,5 x 7 x 2 cm y 22,5 x 8,5 x 1,5 cm*

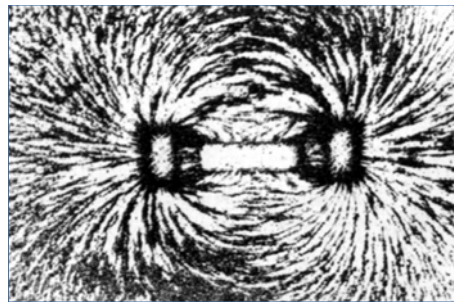
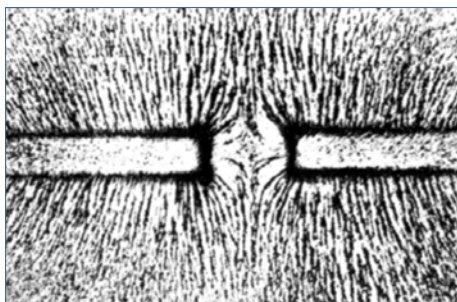
*Nº inv.: 06.3 / 250*  
*Nº ejemplares: 16*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Acero*  
*Diferentes formas y medidas*



Si metemos un imán en limaduras de hierro, veremos que éstas se adhieren formando penachos en los extremos, sin que la parte media muestre fuerza atractiva. Esos dos centros de atracción se llaman *polos del imán*, y *línea neutra*, la zona intermedia entre los polos donde el imán no ejerce atracción.

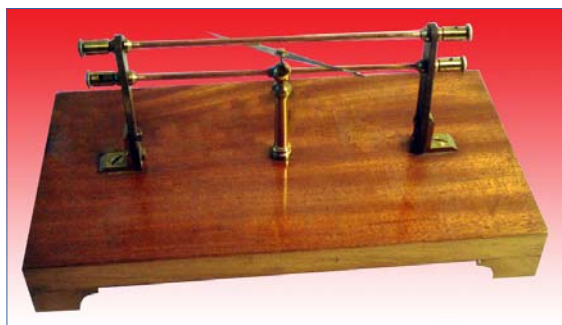
Todo imán horizontal capaz de girar, sin hallar resistencia apreciable, alrededor de un eje vertical, se orienta quedando en equilibrio en una dirección que casi coincide con la línea Norte-Sur. En un imán cada extremo se dirige, al orientarse, hacia el mismo polo de la Tierra, y se denominan dichos extremos *polo norte* y *polo sur*.

Si a un imán móvil se le aproxima otro, se observará una atracción entre los extremos de nombre contrario, y una repulsión entre los del mismo nombre. Es decir, que los *polos del mismo nombre se repelen*, y los de nombre contrario se atraen.



Todo imán crea a su alrededor un estado especial, llamado **campo magnético del imán**. Para ponerlo de manifiesto, se coloca sobre el imán una lámina delgada de vidrio o una cartulina, sobre la cual se han extendido previamente y con uniformidad limaduras de hierro, y golpeando suavemente la lámina, se agrupan las partículas de hierro, formando curvas, que nos indican la dirección de las *líneas de fuerza del campo magnético*.

## **AGUJA IMANTADA, O MAGNÉTICA**



*Nº inv.: 06.3 / 251*  
*Fecha: 1874*  
*Fabricante: Bretón. París*  
*Madera y metal*  
*28 x 15 x 13 cm*

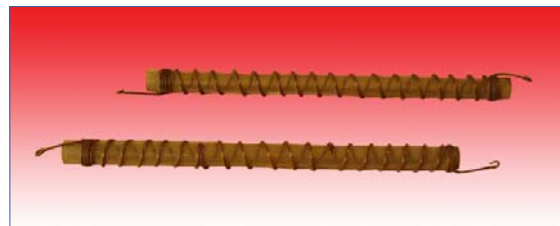
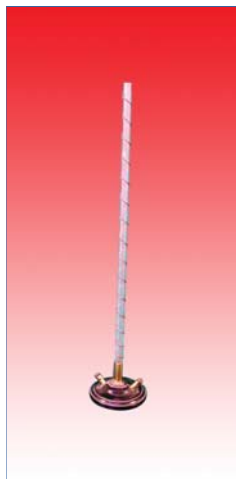
Una aguja imantada es un imán artificial, de figura rómbica alargada, que, lleva una pequeña cavidad central para poderla apoyar sobre una punta metálica vertical, sin rozamiento apreciable, de modo que pueda moverse y orientarse por la acción de algún tipo de campo, ya sea magnético como eléctrico. Para distinguir sus polos, se da una coloración distinta a sus mitades, siendo de color azulado la correspondiente al polo norte.



*Nº inv.: 06.3 / 252*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal*  
*20 x 6,5 x 1,5 cm*

## OBTENCIÓN DE IMANES

*Nº inv.: 06.3 / 253*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal, vidrio y madera*  
 $\square = 8 \text{ cm} \quad h = 44 \text{ cm}$



*Nº ejemplares: 2*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal y vidrio*  
 $\square = 1,5 \text{ cm} \quad h = 25 \text{ cm}$

Se emplean diversos procedimientos para imantar barras de acero, ya por frotamientos repetidos con otros imanes, o mejor aun, por la acción de las corrientes eléctricas. Para eso, si el imán ha de ser corto, se coloca la barra de acero como eje de un cilindro de cartón o de vidrio, alrededor de cual se arrolla en hélice un alambre de cobre recubierto de seda, por el cual se hace pasar una corriente eléctrica intensa. La imantación es tanto más intensa cuanto más próximas estén las espiras. Si el arrollamiento del alambre cambiase de sentido, se producirían polos intermedios, con perjuicio de la distribución magnética total. Dichos polos secundarios, producidos en algunos imanes, se denominan *puntos consecuentes*.

## HACES MAGNÉTICOS

*Nº inv.: 06.3 / 254*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal*  
*23 x 10,5 x 1,2 cm*



imanes que le forman, por efecto de su acción mutua; pero, así y todo, constituyen imanes muy poderosos sin necesidad de un volumen excesivo.

El francés *J. C. Jamín (1860)* ideó los que llevan su nombre, constituidos por hojas de sierra imantadas separadamente, unidas y encorvadas en forma de herradura, cuya energía es la mayor de los haces conocidos.

Uniéndolo por sus polos del mismo nombre varios imanes de la misma longitud, se forma un **haz magnético**. La fuerza de un haz es menor que la suma de las fuerzas de los

Los extremos de los haces magnéticos van sujetos a unas masas de hierro dulce, llamadas *piezas polares*, las cuales ejercen una influencia muy grande en la potencia de aquellos, aumentándola extraordinariamente.

## ELECTROIMANES

Son imanes temporales, debido a la acción de una corriente sobre hierro dulce. Constan de dos partes: el núcleo y el circuito. El *núcleo* está formado por una barra de hierro dulce, recta, curva, o de la forma que convenga. El *circuito* está constituido por un alambre conductor, revestido de alguna sustancia aisladora, arrollado en hélice alrededor del núcleo; constituye ordinariamente un carrete en cuyo hueco se aloja el núcleo.



*Nº inv.: 06.3 / 255*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal*  
*14 x 6 x 50 cm*

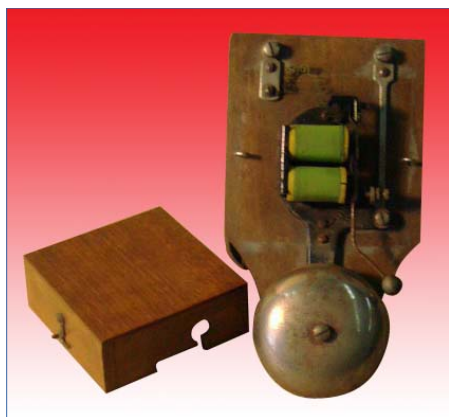
El alambre se arrolla formando una o varias capas. Cuando el núcleo es de forma de herradura, el circuito lo forman dos carretes, uno en cada porción recta, cuyo arrollamiento es inverso, para que resulten polos de nombre contrario en ellas.

Haciendo pasar la corriente por el circuito, se convierte el hierro dulce en imán, cuya potencia puede llegar a ser mucho mayor que la de los imanes permanentes, pero, sobre todo, con la propiedad de anular su efecto magnético instantáneamente cuando se desee, con sólo cortar el circuito. Esto exige que el hierro del núcleo sea muy puro y no de gran longitud; pero permite una multitud de aplicaciones de la electricidad y de la industria moderna.

## TIMBRE ELÉCTRICO

El electroimán es un imán temporal, formado por una barra de hierro dulce que se transforma en imán al paso de la corriente, y deja de serlo al cesar la corriente. Las aplicaciones prácticas de los electroimanes son numerosísimas, entre las que se encuentran relojes eléctricos, reguladores de lámparas, timbres eléctricos, etc.

El timbre eléctrico está formado por un electroimán cuya armadura lleva un martillo destinado a golpear un timbre. Esta armadura termina en un muelle que la mantiene apoyada contra otro muelle. Al pasar la corriente el electroimán atrae la armadura, con lo cual el martillo da un golpe sobre el timbre. Pero con este movimiento se separa del muelle, quedando cortada la corriente y perdiendo el electroimán su fuerza atractiva. A consecuencia de esto la armadura retrocede cerrando así nuevamente el circuito, y volviéndose a repetir el fenómeno anterior.



*Nº inv.: 06.3 / 256*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Metal y madera*  
*19 x 10 x 4,5 cm*



*Nº inv.: 06.3 / 257*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Sogeresa*  
*Metal, madera y ebonita*  
*24 x 13 x 32 cm*

## MAGNETISMO TERRESTRE

Los fenómenos de orientación de imanes y solenoides demuestran la existencia de un campo magnético alrededor de la Tierra. Su acción sobre aquellos es sólo de orientación, pero no de movimiento de traslación.



Para medir el ángulo de declinación magnética se utiliza la **brújula**, instrumento que consiste esencialmente en una aguja imantada puesta en equilibrio sobre un eje en el centro de un círculo, con limbo graduado; suele ir acompañado de la *rosa náutica*. Para medir la declinación de un lugar, se coloca la dirección Norte-Sur en la del meridiano terrestre, y se observa el ángulo que forma con ella la aguja. La dirección indicada por una brújula que puede girar libremente en un plano horizontal en un lugar cualquiera de la Tierra, se denomina *meridiano magnético*, y aproximadamente coincide con el meridiano geográfico.

Nº inv.: 06.3 / 258

Fecha desconocida

Fabricante: Phylwe, Göttingen

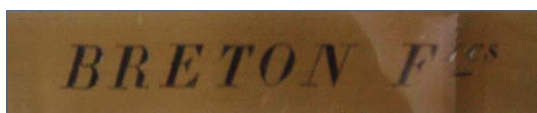
Metal, vidrio y papel

$\Phi = 4 \text{ cm}$   $h = 1 \text{ cm}$

El meridiano magnético no coincide con el astronómico; el ángulo que forman ambos se llama *declinación magnética*; cuando el polo norte del imán se sitúa al Oeste del meridiano geográfico, se dice que la declinación es *occidental*, y *oriental* en el caso contrario.

La posición de la aguja magnética, orientada en dicho meridiano, cambia de unos lugares a otros, formando su eje un ángulo mayor o menor con la horizontal que pasa por su punto de apoyo. Este ángulo es el denominado de *inclinación magnética*.

Para determinar la inclinación magnética se utiliza la **brújula de inclinación magnética**. El aparato está dispuesto verticalmente. Se reduce a una aguja imantada capaz de girar alrededor de un eje horizontal, recorriendo sus extremos un limbo graduado, vertical; todo el conjunto puede girar alrededor de un eje vertical sobre un círculo graduado horizontal.



Nº inv.: 06.3 / 259

Fecha: 1874

Fabricante: Bretón F<sup>tes.</sup>. París

Madera, latón y vidrio

26,5 x 20 x 31 cm

Una vez nivelado el aparato, se hace girar el disco vertical con la aguja, hasta que la inclinación tenga el valor mínimo, y se lee el arco comprendido entre el polo y el 0 de la escala, que corresponde al diámetro horizontal. En este caso, el plano en que gira la aguja es el meridiano magnético. En este caso, el plano en que gira la aguja es el meridiano magnético.

Los valores de la declinación e inclinación sufren tres clases de variaciones, llamadas, por su duración *seculares*, *diurnas* y *accidentales*. Las accidentales (tempestades magnéticas) obedecen a perturbaciones determinadas por auroras boreales, fenómenos sísmicos, por meteoros, etc., y no pueden preverse. Las diurnas dependen del movimiento terrestre y lunar, y no tienen importancia para las aplicaciones de las brújulas. Las verdaderamente importantes son las seculares de la declinación la cual oscila entre límites de cierta amplitud, oriental uno y occidental otro.

## EFFECTOS MAGNÉTICOS DE LA CORRIENTE

Durante mucho tiempo los físicos sospechaban que entre el magnetismo y la electricidad debían de existir grandes analogías, y tal vez identidad de origen. Al caer el rayo se habían observado movimientos bruscos en las agujas magnéticas. Las descargas de las baterías, y aún la electricidad de una barra frotada, causaban leves desviaciones. Estos y otros fenómenos producían cierto convencimiento. Se inventó la pila, y los físicos no tardaron en aproximar sus conductores a las brújulas; pero como lo hacían siempre con el circuito abierto, los efectos observados no pasaban de ligeras atracciones o repulsiones.

*Hans Christian Oersted*, profesor de física de la Universidad de Copenhague, estaba convencido de que las corrientes debían de influir más o menos en los imanes. Parece ser que un día que tenía sobre su mesa una aguja, y entre sus manos un conductor en comunicación con una pila, acertó a aproximarla a la aguja y observó que esta giraba del orden de  $45^\circ$ , y así se mantuvo mientras no fue separada de la influencia de la corriente. Comprendió entonces que esto ocurría solamente cuando el circuito de la pila estaba cerrado. Después de verificar los resultados, lo comunicó al mundo científico el 21 de julio de 1820.

Poco tiempo después, *André Marie Ampère* indica que el sentido de circulación de la corriente determina el giro de la aguja imantada. Enuncia su famosa regla que dice: “*Suponiendo colocado en el conductor un observador de modo que la corriente le entre por los pies y salga por la cabeza, y que esté mirando a la aguja, el polo norte de ésta se desvía siempre hacia la izquierda del observador*”

En sus trabajos, el término corriente eléctrica es especificado claramente, por primera vez. En su honor, *la unidad de intensidad de corriente eléctrica es el Amperio*.

## APARATOS DE MEDIDA

Son los aparatos destinados a medir la intensidad de una corriente, por la acción mutua entre ésta y un imán. Se fundan en la proporcionalidad de la desviación del imán o circuito móvil y la intensidad de corriente en determinadas condiciones.

Para que sea más eficaz la acción de la corriente, se hace pasar ésta por un conductor arrollado en un cuadro varias veces en el mismo sentido, en cuyo interior se ha dispuesto el imán móvil, de modo que, por lo común, el cuadro y el eje del imán se hallen en un plano vertical. Si una misma corriente, por débil que sea, se multiplica o repite en el mismo sentido, aumentará el efecto sobre la aguja, desviándola mucho más que si actuara una sola vez.

En esto es en lo que se basa un aparato inventado por el alemán *Johann Schweigger* en 1820, que le llamó *galvanómetro* (en honor a Luigi Galvani) o *reómetro*. También se le conoce con el nombre de **multiplicador de Schweigger**.



Nº inv.: 06.3 / 260  
Fecha: 1874  
Fabricante desconocido  
Madera y metal  
16 x 8 x 7 cm



Nº inv.: 06.3 / 261  
Fecha: 1874  
Fabricante desconocido  
Madera y metal  
25 x 12 x 2 cm



Se denominan *agujas astáticas* a aquellas agujas magnéticas libres de la influencia del campo terrestre. Se construyen uniendo a un mismo eje dos agujas magnéticas paralelas cuyos polos estén en una invertidos con relación a la otra. La acción del campo terrestre sobre cada una de las agujas paralelas queda anulada por la acción opuesta de la otra; pero una corriente que circule entre ambas las desviará en el mismo sentido, precisamente por estar cada una a un lado del conductor, como consecuencia a la regla de Amperè.

En muchas aplicaciones, conviene no anular por completo la acción de la Tierra, sino debilitarla, para que una corriente de intensidad pequeña pueda producir desviación, quedando el sistema orientado cuando no exista corriente alguna próxima. esta clase de agujas se llaman *semiastáticas*.

Los **galvanómetros** pueden ser de varias clases: unos con imán móvil y el cuadro fijo; otros con el cuadro móvil y el imán fijo; los que se construyen de modo que disminuyan notablemente las oscilaciones de la aguja o del cuadro, permitiendo apreciar rápidamente la posición de equilibrio, se denominan *aperiódicos*, y los dispuestos para medir corrientes instantáneas *balísticos*.

## GALVANÓMETROS

Consiste en un multiplicador rectangular, cuyo cuadro suele ser de hueso o de madera, en el cual va arrollado un alambre de cobre recubierto, cuyos extremos van a terminar en dos tornillos de conexión, fijos en una prolongación del soporte, el cual es circular y. Dos columnas verticales, unidas por la parte superior, sostiene mediante un tornillo, que permite variar la altura, una hebra de seda sin torcer, de la que pende un sistema semiastático, de manera que el imán inferior quede en el hueco del cuadro mientras el superior se mueve sobre un disco o chapa de cobre, que lleva una escala circular. Un fanal de vidrio protege el aparato.

El cuadro y el disco pueden hacerse girar desde fuera, gracias a un tornillo unido al soporte, para colocar las espiras y el 0 de la graduación del disco en la dirección de la aguja orientada, antes de hacer pasar la corriente por el alambre. La graduación del disco circular es indispensable, si se han de apreciar las intensidades relativas de las corrientes, además de su dirección. La desviación de la aguja se basa en el principio de que *las desviaciones son proporcionales a las intensidades de las corrientes*.

Los **galvanómetros** más usuales son los de **Nobili** y de **Ruhmkorff**.



Nº inv.: 06.3 / 262  
Fecha desconocida  
Fabricante: Breton F<sup>res</sup>  
Madera, metal y vidrio  
22 x 22 x 38 cm

Nº inv.: 06.3 / 263  
Fecha desconocida  
Fabricante: Breton F<sup>res</sup>  
Madera, metal y vidrio  
17 x 18 x 38 cm

Nº inv.: 06.3 / 264  
Fecha desconocida  
Fabricante: Deyeolle. París  
Madera, metal y vidrio  
= 20 cm h = 31 cm

Otro tipo de galvanómetro muy utilizado en los laboratorios es el de cuadro vertical de **Bourbouze**. En este tipo de galvanómetros el bastidor donde el hilo se halla devanado es vertical. La aguja se está reemplazada por una barrita fuertemente imantada, sostenida sobre una cuchillas, como en la cruz de las balanzas, que sirven para apoyarla sobre un eje horizontal, alrededor del cual oscila y puede recorrer fácilmente un arco graduado, que nos indicará la desviación debida al paso de la corriente.



Nº inv.: 06.3 / 265  
 Nº ejemplares: 2  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Sogeresa  
 Madera y metal  
 8 x 5 x 10,5 cm

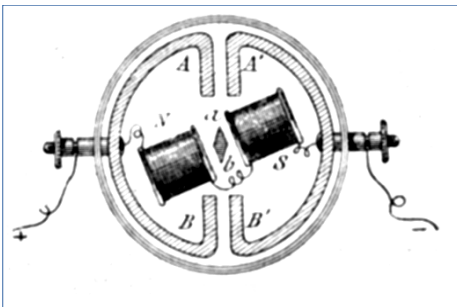


Nº inv.: 06.3 / 266  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Ducretet & C<sup>e</sup>  
 Madera, metal y vidrio  
 $\Phi = 11 \text{ cm}$   $h = 15 \text{ cm}$

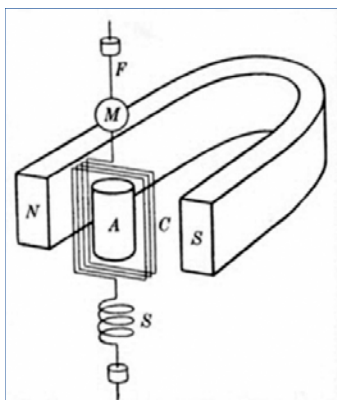


## AMPERÍMETROS

Son aparatos destinados a medir con rapidez la intensidad de una corriente eléctrica, aunque sea muy intensa. Su escala está graduada en amperios. Los más usuales son los del tipo de Despretz-Carpentier y el de D'Arsonval..



Un doble carrete (*N* y *S*) va sujeto en el interior de una caja metálica, y sobre él se enrolla un alambre cuyos extremos comunican con dos tornillos exteriores de conexión; entre ambos carretes va sujeto un pequeño imán *ab*, capaz de girar alrededor de un eje normal a la base de la caja, orientado de un modo permanente por uno o dos imanes fijos que crean un campo muy intenso (*AB* y *A'B'*). La corriente tiende a desviar el imán móvil, y éste transmite su movimiento a una aguja exterior que recorre un arco graduado.



Los más utilizados hoy en día son los del tipo D'Arsonval de cuadro móvil o de cuadro que puede girar alrededor de un eje. El imán es mucho mayor y fijo, mientras que el elemento móvil es un cuadro ligero que puede oscilar en el campo del imán.



Fecha desconocida  
 Diferentes fabricantes  
 Madera, metal y vidrio  
 Diferentes tamaños

Según se ve en el esquema, el campo magnético de un imán en herradura, cuyos polos son *N* y *S* se concentra en la proximidad del cuadro *C* mediante el cilindro de hierro dulce *A*. El cuadro se compone de 10 ó 20 vueltas de hilo de cobre aislado arrollado sobre un marco rectangular y suspendido mediante un hilo fino conductor *F*, que proporcionará un par recuperador cuadro el cuadro se desvíe, y sirve también para hacer llegar la corriente al cuadro. El otro borne del cuadro se conecta a una espiral *S*, que sirve como segundo conductor. En *M* se sitúa la aguja indicadora que marcará la desviación sobre una escala graduada adecuadamente.



Nº inv.: 06.3 / 267 b  
 Fecha desconocida  
 Fabricante.: Hartmann & Braun  
 Metal y vidrio  
 $\Phi = 11 \text{ cm}$   $h = 15 \text{ cm}$

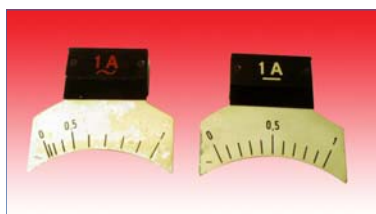


Cuando se envía una corriente a través del cuadro, actúan fuerzas horizontales sobre sus lados verticales, produciendo un par alrededor de un eje vertical que pasa por su centro. El cuadro gira en el sentido de este par y se detiene cuando el momento recuperador ejercido por la suspensión superior iguala al momento del par que hace desviar el cuadro a causa de las fuerzas laterales.

Nº inv.: 06.3 / 267 c  
 Nº ejemplares: 8  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: S.A.C.I  
 Madera, metal, vidrio y ebonita  
 15 x 11 x 13 cm



Este modelo viene acompañado de diferentes escalas, que pueden cambiarse, dependiendo del tipo de corriente (alterna o continua) y de la intensidad de corriente que circula por el circuito.



Nº inv.: 06.3/267d  
 Fecha: 1951  
 Fabricante: Phywe. Gottingen  
 Madera, metal, vidrio y ebonita  
 17 x 11 x 24 cm

Nº inv.: 06.3 / 267 e  
 Nº Ejemplares: 2  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: CEDAC  
 Madera, metal, vidrio y ebonita



Los amperímetros tienen resistencia interna muy pequeña y siempre se montarán en serie en el circuito, ya que su misión es la medida de la cantidad de corriente que circula.

## VOLTÍMETROS



*Nº inv.: 06.3 / 268 a*  
*Nº ejemplares: 14*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante desconocido*  
*Madera, metal, vidrio y ebonita*  
*13 x 10 x 14 cm y 15 x 11 x 13 cm*

Son aparatos que tiene por objeto medir la diferencia de potencial entre dos puntos del circuito. Son análogos a los amperímetros. Su diferencia con ellos es que su resistencia interna es grande. Siempre se colocarán en derivación en el circuito, entre los puntos donde queremos medir la diferencia de potencial.

Cualquier galvanómetro puede servir tanto de amperímetro como de voltímetro. Para ello hay que *shuntarlo*. Si se quiere que funcione como amperímetro basta con colocar una resistencia pequeña (*shunt*) dispuesta en paralelo con el cuadro. Si se desea que trabaje como voltímetro, el shunt, ahora será una gran resistencia en serie con el cuadro.

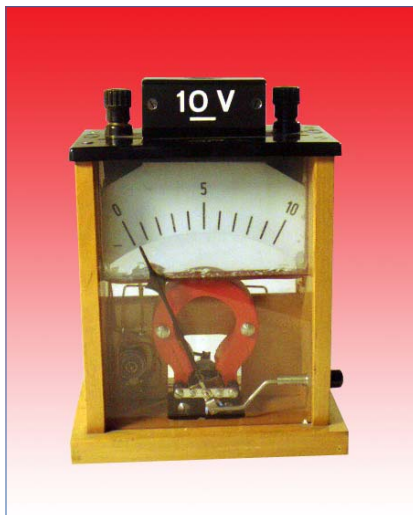
*Nº inv.: 06.3 / 268 b*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante.: Hartmann & Braun*  
*Metal y vidrio*  
 *$\Phi = 11 \text{ cm}$   $h = 15 \text{ cm}$*



*Nº inv.: 06.3 / 268 c*  
*Fecha desconocida*  
*Fabr.: Siemens & Halske*  
*Metal, vidrio y ebonita*  
*11 x 11,5 x 5 cm*



Este modelo viene acompañado de diferentes escalas, que pueden cambiarse, dependiendo del tipo de corriente (alterna o continua) y de la diferencia de potencial que se desea medir.

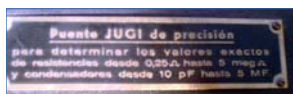


*Nº inv.: 06.3 / 268 d*  
*Fecha: 1951*  
*Fabricante: Phywe. Göttingen*  
*Madera, metal, vidrio y ebonita*  
*17 x 11 x 24 cm*



## POLÍMETROS O AVÓMETROS

Estos aparatos son instrumento de medida que permiten diferentes usos; sirven como amperímetros, como voltímetros, como galvanómetros, etc. Dependiendo de su calidad y antigüedad, estos aparatos tienen más o menos prestaciones. Pueden incluso medir potencias y factores de potencia.



Nº inv.: 06.3 / 269  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Jugi.  
 Barcelona  
 Madera, metal y ebonita  
 30 x 20 x 16 cm



Nº inv.: 06.3 / 270  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: CIMEL  
 Metal, vidrio y ebonita  
 14 x 25 x 9 cm



Este aparato está preparado para realizar medidas de capacidades de condensadores, resistencias de conductores, intensidades de corriente y diferencias de potencial tanto en corriente continua como en corriente alterna.

Las distintas escalas que presenta, con distintos colores e indicaciones hacen que su utilización sea muy sencilla.

Este aparato permite medir corrientes y diferencias de potencial, tanto continuas como alternas



Nº inv.: 06.3 / 271  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Instituto Torres Quevedo  
 Madera, metal, vidrio y ebonita  
 25,5 x 19 x 31 cm



Nº inv.: 06.3 / 272  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: ICE. Milán  
 Metal, vidrio y plástico  
 10,5 x 8,5 x 3,5 cm



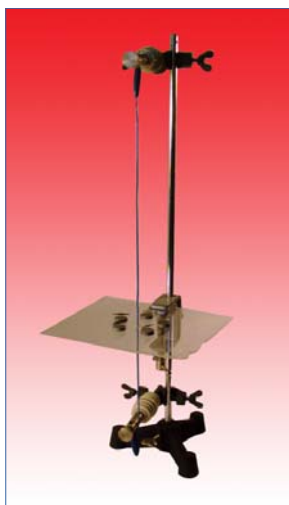
Mediante este pequeño polímetro se pueden hacer medidas de resistencias, intensidades y voltajes en continua y alterna, frecuencias, capacidades.

Además permite cambiar el valor de las escalas según sea mayor o menor el valor de la magnitud eléctrica que queramos medir

## CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UN CONDUCTOR

Como ya se indicó anteriormente, fue *Oersted* en 1820 el primero en observar el fenómeno magnético producido por una corriente.

*Nº inv.: 06.3 / 273*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Phywe*  
*Metal, cerámica y plástico*  
*20 x 25 x 62 cm*



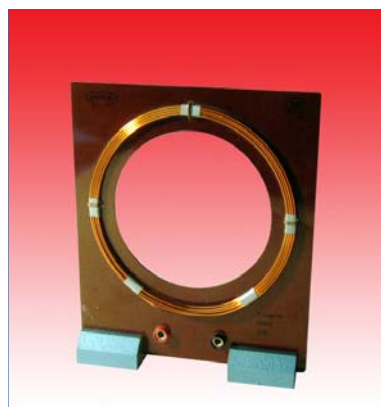
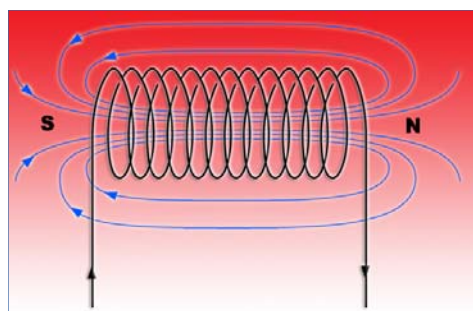
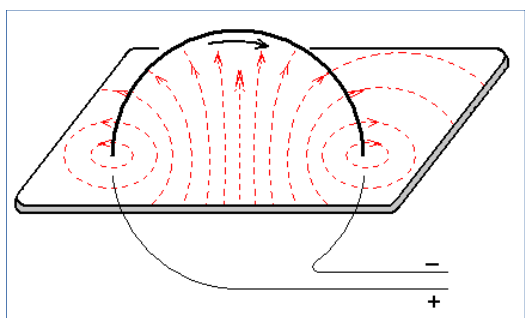
Para el estudio del campo magnético materialicemos sus líneas de fuerza mediante limaduras de hierro.

Se coloca un conductor, por el que se hace pasar una corriente. En un plano perpendicular a él se sitúa una superficie plana, mejor si es transparente, y se espolvorean limaduras de hierro. Veremos que al pasar la corriente se sitúan formando circunferencias concéntricas con centro en el conductor. El sentido de estas líneas se determina por la regla del sacacorchos debida a Maxwell o mejor colocando sobre el plano unas pequeñas agujas magnéticas que se orientarán siguiendo el sentido de las líneas de fuerza del campo.

## CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA ESPIRA Y POR UN SOLENOIDE

Si la corriente recorre un conductor en forma de circunferencia (una espira), la regla de Maxwell aplicada a cada intersección con el plano nos da el sentido del campo. Para aumentar la intensidad del mismo se pueden arrollar varias vueltas en el mismo plano convenientemente aisladas. Una agujita de hierro situada sobre el plano se convierte en imán y se orientará.

La espira o la bobina plana, tiene también su cara norte y su cara sur. Las líneas penetran por la cara sur y salen por la cara norte



*Nº inv.: 06.3 / 274*  
*Nº ejemplares: 4*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Enosa*  
*Metal, ebonita y plástico*  
*16 x 16 x 2 cm*

## SOLENOIDES

Se da este nombre a un conjunto de corrientes circulares del mismo sentido, iguales, paralelas y muy próximas, cuyos centros están en una misma recta o eje.



Nº inv.: 06.3 / 275  
Fecha desconocida  
Fabricante desconocido  
Metal y alabastro  
10 x 10 x 28 cm

Nº inv.: 06.3 / 276  
Fecha desconocida  
Fabricante desconocido  
Metal y madera  
 $\square = 1,8 \text{ cm}$   $h = 9 \text{ cm}$



Estas condiciones se realizan arrollando un alambre en forma de hélice, cuyos extremos se doblan, terminando en trozos rectilíneos paralelos al eje, que en la parte media de éste se unen a bornes que van al generador de corriente.

Nº inv.: 06.3 / 277  
Fecha desconocida  
Fabricante: Phywe  
Metal, ebonita y cerámica  
20 x 22 x 70 cm



Si tomamos un solenoide y lo suspendemos de modo que pueda girar, se observan los siguientes hechos:

1º El solenoide se orienta lo mismo que un imán. Tiene por lo tanto, como éste, los polos norte y sur.

2º Acercando a uno de sus polos, los de otro solenoide, los polos de igual nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

3º Entre un solenoide y un imán se producen las mismas atracciones y repulsiones.

Estos fenómenos muestran la analogía que existe entre un imán y un solenoide. Para determinar los polos de éste, conociendo la dirección de la corriente se utiliza la siguiente regla: "Teniendo en frente uno de los polos de un solenoide, éste será el polo sur si la corriente circular sigue el sentido de las agujas del reloj, y el polo norte si va en sentido contrario".

## ACCIONES MUTUAS ENTRE CORRIENTES

Dado que una corriente eléctrica crea a su alrededor un campo magnético y, si en el interior de ese campo movemos cargas eléctricas, éstas se verán sometidas a una fuerza.

Nº inv.: 06.3 / 278  
Fecha desconocida  
Fabricante: Phywe  
Metal y ebonita



Mediante dos largos conductores colocados adecuadamente sobre un soporte podemos observar ese fenómeno, sacando la siguiente conclusión:

"Corrientes paralelas y de igual dirección se atraen; si son de dirección contraria se repelen".

## CORRIENTES MÓVILES

Para realizar experiencias de electrodinámica se utilizan unos soportes especiales que permiten disponer de circuitos de forma y condiciones convenientes.

Los más usuales son la **mesa de Ampère** y el *aparato de Pouillet*; en uno y otro, la parte esencial la constituyen columnas huecas, mantenidas verticalmente sobre una plataforma estable, en la cual, mediante tornillos de empalme, se fijan los electrodos del generador, ya directamente a aquellas o unas cintas metálicas que comunican con ellas o con un circuito exterior y otro interior, aislados entre sí; éstos van a terminar en distintos vasos metálicos, unas veces pequeñitos y destinados a contener unas gotas de mercurio, y otras veces mayores, para llenarlos con agua acidulada.



Nº inv.: 06.3 / 279  
Fecha: 1874  
Fabricante: Breton. París  
Metal y madera  
36 x 29 x 32 cm



Entre las experiencias que se suelen realizar con este tipo de montajes es mostrar el movimiento de rotación producido por la acción de una corriente fija circular sobre otra móvil. En este aparato hay un recipiente anular, de cobre, donde se echa una disolución saturada de sulfato cúprico, aislado de la columna vertical. Otro plato, también de cobre, va sostenido por una columna metálica, y contiene como el anterior, sulfato de cobre disuelto. En el centro del plato superior se eleva un pequeño vástago, aislado del líquido y del plato superior, y destinado a sostener un sólo hilo vertical o un sistema de dos hilos verticales.

La corriente entra por el borne de la derecha, sube hasta el plato superior por un conductor exterior, y regresa al inferior por el interior del tubo para terminar saliendo por el otro borne de la izquierda.

Si rodeamos muchas veces el hilo vertical por un hilo largo alrededor del plato inferior, formando una corriente multiplicada, es evidente que la corriente vertical será atraída en todas las posiciones en que se halle por una parte de la corriente circular, y repelida por otra, puesto que será del mismo sentido que la porción anterior, y de sentido opuesto que la porción posterior. Luego toda corriente finita, perpendicular al plano de una corriente circular, adquiere un movimiento de rotación continuo.

## MOVIMIENTOS DE LOS IMANES POR EFECTOS DE LAS CORRIENTES

Mediante una combinación apropiada de imanes y circuitos, puede hacerse girar, de un modo continuo, un imán alrededor de una corriente.

Nº inv.: 06.3 / 280  
Fecha: 1874  
Fabricante: Breton. París  
Metal, cerámica y madera  
28 x 14,5 x 32 cm

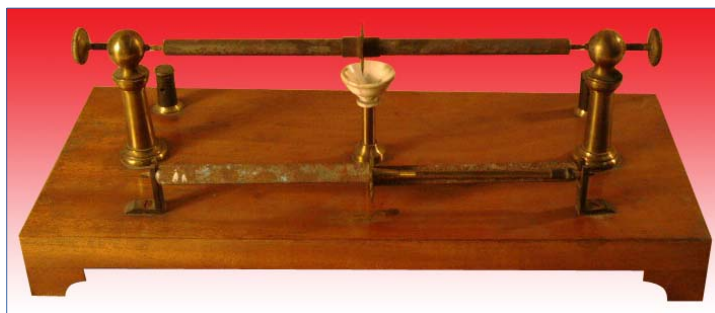
Davy, en 1823, fue el primero en darse cuenta del fenómeno de que en un líquido recorrido por una corriente se observa una rotación. Faraday demostró la rotación continua de un imán alrededor de una corriente. Utilizó un aparato semejante al que se describe a continuación.



Tenemos una varilla vertical con pivotes en sus extremos que oponen una resistencia muy pequeña a su giro. A esta varilla va unido un imán, un poco curvado por el centro, y un pequeño recipiente anular metálico, que contiene mercurio y comunica y comunica eléctricamente con la varilla y sus cojinetes. El soporte general del aparato es aislador. En estas condiciones puede pasar una corriente desde la parte superior donde se ha conectado el hilo hasta la mitad superior de la varilla, y por



*Nº inv.: 06.3 / 281*  
*Fecha: 1874*  
*Fabricante: Breton. París*  
*Metal, cerámica y madera*  
*33 x 15 x 12 cm*



el recipiente y el mercurio salir por el hilo que hay en el borne central. La corriente en el trozo superior de la varilla vertical actuará sobre el polo norte del imán, mientras que el polo sur no recibirá una acción equivalente, puesto que por el trozo inferior de la varilla no pasa corriente alguna, y la fuerza aplicada al primero hará girar el imán alrededor del eje vertical en el sentido determinado por la regla de Ampère.



*Nº inv.: 06.3 / 282*  
*Fecha: 1874*  
*Fabricante: Breton.. París*  
*Metal, ebonita y madera*  
*23 x 13 x 21 cm*

## CONMUTADORES

Los conmutadores son aparatos destinados a cambiar el sentido de las corrientes de un modo cómodo y rápido, conservando las conexiones con el generador. Suelen ser accesorios de los aparatos electrodinámico, y su forma variable. Uno de los más usuales en los Gabinetes de Física es el **conmutador de Bertín**.

Consiste en un cilindro de ebonita, provisto de un mango, también aislador, que puede girar alrededor de un eje vertical, entre dos posiciones extremas, que limitan dos topes, situados a uno y otro lado del mango. Haciendo girar el mango de la herradura se invierte el sentido de la corriente, debido a las conexiones que lleva el aparato. Para interrumpir el paso de la corriente, basta situar la herradura en su posición central y se suprimen los contactos.



*Nº inv.: 06.3 / 283*  
*Fecha: 1874*  
*Fabricante: E. Ducretet. París*  
*Metal, ebonita y madera*  
*19 x 13 x 7 cm*

## CORRIENTES DE INDUCCIÓN

En todas las acciones de la corriente eléctrica, caloríficas, luminosas y químicas existe notable reciprocidad. Toda acción originada por una corriente, y que dependa del sentido de la misma, puede, al actuar sobre un conductor, producir otra corriente. Parece natural, pues, que existan acciones recíprocas de las electromagnéticas y electrodinámicas, dependiendo también del sentido de la corriente. Una corriente magnetiza al hierro; puede preguntarse, si la magnetización del hierro origina corriente. Las corrientes eléctricas ponen en movimiento imanes; se puede sospechar, por lo tanto, que los movimientos de los imanes produzcan corrientes.

Hemos visto que una corriente pone en movimiento de rotación, que puede llegar a ser continuo, a un circuito móvil; inversamente se puede esperar que por el sólo movimiento de un circuito se creen corrientes. Todas estas deducciones se confirman en la realidad.

Se llaman *corrientes de inducción*, o *inducidas*, las que se producen en un circuito situado en un campo magnético, cuando las condiciones de éste varían. El cuerpo o circuito que crea el campo magnético se denomina *inductor*, y el circuito donde se produce la corriente de inducción, *inducido*.

*Faraday*, en 1832, fue el descubridor de la inducción y sus leyes, partiendo de los fenómenos de influencia eléctrica según los cuales todo cuerpo cargado es susceptible de engendrar electricidad por influencia de otro cuerpo inmediato.

## CASOS DE INDUCCIÓN

Las diferentes causas que pueden hacer variar las condiciones de un campo magnético dan lugar a otros tantos casos de inducción; pueden considerarse como ejemplo las *variaciones de una corriente* o *movimientos del circuito en que actúa*, los de un imán, el movimiento de un circuito en el campo terrestre, etc., y el caso especial, de gran importancia, la inducción de una corriente en su propio circuito, cuando éste se abre o se cierra, denominada *autoinducción*.

## INDUCCIÓN DE UNA CORRIENTE: CARRETE O BOBINAS DE INDUCCIÓN

El carrete o bobina de inducción consiste en un carrete, en cuya superficie va arrollado un alambre conductor aislado y delgado en el que se arrolla un hilo muy grueso y corto, que se llama *Primario*, otro con un hilo muy largo y delgado, que se llama *Secundario* y un núcleo de hierro dulce.

Haciendo pasar por el Primario una corriente continua, se engendra en el Secundario otra por inducción de distinta dirección a la primera. Intercalando un galvanómetro en el circuito secundario acusará el paso de la corriente inducida cada vez que se corte el circuito o se saque el carrete primario bruscamente.



Nº inv.: 06.3 / 284 a  
Nº ejemplares: 3  
Fecha desconocida  
Fabricante desconocido  
Metal y madera  
Diferentes tamaños y modelos



Nº inv.: 06.3 / 284 b  
Nº ejemplares: 26  
Fecha desconocida  
Fabricante: Phywe y T. Quevedo  
Metal y ebonita  
Diferentes tamaños y modelos



Nº inv.: 06.3 / 284 c  
Nº Ejemplares: 1  
Fecha desconocida  
Fabricante: Enosa  
Metal y plástico  
7 x 7 x 14 cm

## INDUCCIÓN POR IMANES



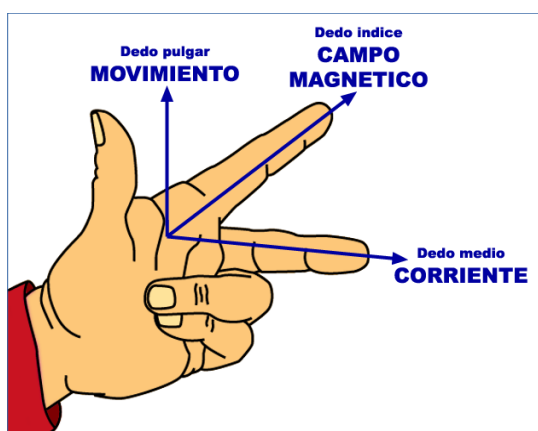
Nº inv.: 06.3 / 285  
Fecha desconocida  
Fabricante: Phywe  
Metal y ebonita  
Diferentes modelos

Las relaciones entre corriente e imanes hacen presumir que éstos han de obrar por inducción como los circuitos, y efectivamente, existe la llamada *magneto-inducción*. Como un imán obra lo mismo que si estuviera constituido por una serie de corrientes moleculares de igual dirección, la aproximación de un imán a un carrete da lugar a una corriente de inducción en el mismo, e igual sucede al alejar el imán del carrete.

Si se introduce un imán en un carrete, cuyos bornes comunican con un galvanómetro, se genera una corriente de inducción que desvía la aguja de éste; si se saca el imán del carrete, se observa una desviación en sentido contrario. No es necesario introducir o sacar del todo el imán; basta cambiarlo de posición con respecto al carrete.

## SENTIDO DE LAS CORRIENTES INDUCIDAS

En 1833, el físico ruso *Heinrich Friedrich Emil Lenz*, sin conocer los trabajos de Faraday y Henry, repitió casi simultáneamente muchos de sus descubrimientos. La ley que lleva su nombre constituye una regla útil para conocer el sentido de una corriente eléctrica inducida. Esta ley establece que: *“El sentido de la corriente inducida es tal, que se opone a la causa que la produce”*.



Nº inv.: 06.3 / 286  
Fecha desconocida  
Fabricante: Phywe  
Metal y ebonita  
30 x 18 x 60 cm

No siempre es fácil deducirlo de la Ley de Lenz. En muchos casos ocurre que un conductor se encuentra en el campo magnético comprendido entre dos polos de distinto signo (un imán), y entonces lo más cómodo es servirse de la *regla de la mano derecha*: el índice señala la dirección del campo magnético, el pulgar el movimiento del conductor y el medio la dirección de la corriente.

Siempre que la electricidad corre a lo largo de un circuito, debe existir una fuerza electromotriz. Las corrientes de inducción exigen a su vez una fuerza electromotriz de inducción. Se deduce que: *“La fuerza electromotriz inducida en un circuito depende de la velocidad de variación del flujo magnético cortado”*, y por tanto, de la intensidad del campo magnético, de la superficie que atraviesa ese campo, del número de espiras del circuito.

## PRODUCCIÓN DE CORRIENTES INDUCIDAS

En muchos casos la variación del número de líneas de fuerza que atraviesa el circuito es debido a que el plano del mismo gira. Puede también ocurrir el caso opuesto: que el circuito se mantenga paralelo durante el movimiento, y que las líneas de fuerza tengan distintas inclinaciones según la posición del mismo.

Los constructores de aparatos han ideado unos pequeños modelos de máquinas magnetoeléctricas para demostraciones o para usos médicos. Una muy usada, y de las primitivas, es la máquina **magnetoeléctrica de Clarke** (1834).

Clarke dispuso un imán fijo y vertical, y dos carretes móviles, con núcleo de hierro, en un plano de giro paralelo al del imán. Con tal disposición queda constituido un poderoso electroimán, cuyas extremidades pasan muy próximas a los polos del haz magnético. El movimiento de giro se comunica a los carretes mediante una polea accionada por un manubrio. Para que las corrientes de sentido contrario de los dos carretes no se neutralicen, sino que, por el contrario, se refuercen, se ha arrollado el hilo de los carretes en sentidos contrarios. Para poder utilizar la corriente que da el aparato, se ponen en comunicación los extremos del hilo con un colector que gira con el árbol y los carretes. Nacen en los hilos una serie de corrientes de intensidad variable, pero que siempre tienen el mismo sentido, y que, si la velocidad de rotación es muy grande, difiere muy poco de una corriente continua. La corriente eléctrica que se engendra en esta máquina es debida al trabajo que se invierte en hacer girar los carretes.

El modelo viene acompañado de varios accesorios para experimentar y ver los efectos que produce la corriente.



Nº inv.: 06.3 / 287  
Fecha desconocida  
Fabricante: Ildfonso Sierra  
Metal, madera e hilo  
27 x 12 x 17,5 cm  
Caja de madera



## MAGNETISMO DE ROTACIÓN

Este fenómeno fue estudiado por primera vez por el francés *François Arago* en 1824. Las corrientes de inducción aparecen, no sólo en los hilos, sino también en el seno de las armaduras metálicas. Así, si un disco de cobre gira alrededor de su eje y sobre él mismo se encuentra una aguja magnética que no esté directa ni indirectamente unida al disco, al girar éste en presencia de los polos de la aguja se originan en él corrientes de inducción, y la dirección de éstas corrientes es tal, según la ley de Lenz, que las acciones electromagnéticas a que dan lugar tenderían a hacer girar el disco en sentido contrario.

Nº inv.: 06.3 / 288  
Fecha: 1874  
Fabricante: Breton. París  
Metal y madera  
37 x 25 x 35 cm



Si hacemos girar un disco de cobre entre los polos de un fuerte electroimán; en cuanto la corriente pasa por éste, se nota una resistencia muy perceptible al movimiento del disco. Se pueden poner de manifiesto dichas corrientes inducidas empleando un disco, cortado varias veces en dirección a su centro, en el cual se anula casi por completo el efecto descrito; pudiendo hacerse reaparecer rellenando las ranuras con materia conductora.

La pérdida de velocidad, o en general de energía, del conductor o imán móvil, representa una resistencia análoga a un rozamiento, proporcional a la intensidad de corriente. La energía mecánica se transforma en calorífica a consecuencia de dicho trabajo. *Foucault* (1855) demostró que la temperatura que puede alcanzar un disco conductor girando entre los polos de un fuerte electroimán se eleva rápidamente.

## RUEDA DE BARLOW

La rueda de Barlow puede ser considerada como el primer moto eléctrico que fue construido. Está basado en las leyes del electromagnetismo dadas por Faraday. Fue ideado por el físico inglés *Peter Barlow* en 1822.

Este aparato está formado por un disco de cobre que está situado entre los polos de un imán y cuyo borde está en contacto con un pequeño depósito de mercurio. Se conecta una batería entre el eje de la rueda y el depósito de mercurio, y entonces la rueda comienza a girar.

Se observa que la velocidad que alcanza es constante y proporcional a la intensidad de corriente. El giro es debido a la interacción entre las fuerzas magnéticas del imán y las producidas por la corriente que circula a través del disco.



Nº inv.: 06.3 / 289

Fecha: 1974

Fabricante: Breton. París

Metal y madera

26 x 15 x 21 cm

Si se suprime la batería y se hace girar la rueda aplicando una fuerza externa, también se genera una corriente inducida que se puede medir.

## MÁQUINAS DE INDUCCIÓN

Son aparatos que utilizan los fenómenos de inducción para producir corrientes eléctricas, o bien para transformarlas, ya en energía mecánica o en otras corrientes de distintas condiciones.

Estas máquinas son, por lo tanto, reversibles, si reciben la energía mecánica, la convierten en eléctrica

y constituyen un generador de corrientes inducidas; si reciben una corriente eléctrica, transforman esta clase de energía en trabajo mecánico, y se denominan motores eléctricos, y si modifican los factores de la potencia de la corriente recibida en un circuito dado, pueden hacerlo en sentido inverso, recibéndola en otro de distintas condiciones.

De los casos de inducción que conocemos, el que permite utilizar la energía mecánica de un modo más práctico para la producción de corrientes eléctricas, o viceversa, es el debido al movimiento relativo de un campo magnético y un circuito, de modo que éste corte el mayor número posible de líneas de fuerza de aquél.

Mediante una transmisión sencilla, permite dar un movimiento continuo de rotación alrededor de eje, normal a la dirección de aquéllas, ya al inductor, ya al inducido, engendrando en éste corrientes alternativas, que cambiarán de signo en cada semirrevolución mientras dure el movimiento, y si éste es suficientemente rápido, se sucederán aquellas con la frecuencia necesaria para las diferentes aplicaciones.

Las máquinas destinadas a producir corriente eléctrica, se conocen con el nombre de **generadores de corriente**, y se llaman **dinamos** cuando la corriente que engendra es *continua* y **alternadores**, cuando dicha corriente es *alterna*.

Toda máquina generadora de electricidad se compone de dos partes principales: el *inducido* y el *inductor*. Se llama inductor al órgano creador del campo magnético indispensable para la generación de electricidad, y se denomina inducido el órgano donde nace la corriente.

Desde un punto de vista mecánico, toda máquina eléctrica se divide en una parte fija llamada *estator*; y otra parte móvil llamada *rotor*; de las cuales una constituye el sistema inductor y otra el inducido.

## DINAMOS



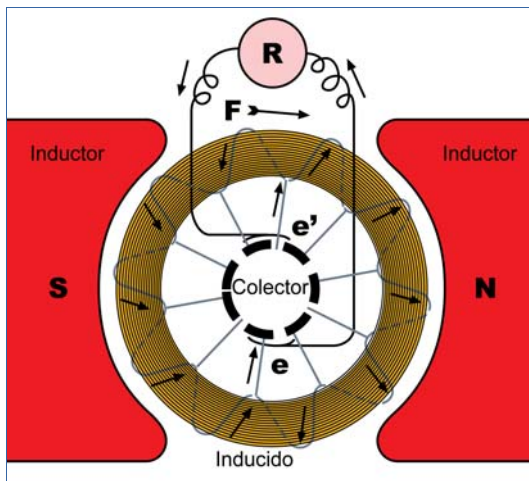
*Nº inv.: 06.3 / 290*  
*Nº ejemplares: 2*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Phywe*  
*Metal y madera*  
*24 x 12 x 9 cm*



*Nº inv.: 06.3 / 291*  
*Nº ejemplares: 2*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Phywe*  
*Metal y madera*  
*18 x 11 x 9 cm*

Si en el interior de un campo magnético se desplazan unas espiras convenientemente dispuestas, se generarán unas corrientes inducidas que podrán recogerse por medio de contactos giratorios mediante escobillas fijas apoyadas sobre los mismos. En una dinamo hay tres órganos esenciales: el *inductor*, el *inducido* y el *colector*. Para obtener campos intensos se emplean inductores con varios polos.

El *inducido* se compone de una armadura de hierro dulce formada por discos de chapa aislados unos de otros y yuxtapuestos. Sobre esta armadura se hallan dispuestas las bobinas formadas por varias vueltas de hilo conductor aislado, y cuyo montaje se efectúa en forma que constituyan uno o varios circuitos cerrados sobre ellos mismos.



*Nº inv.: 06.3 / 292*  
*Fecha desconocida*  
*Fabricante: Julius G. Neville*  
*Liverpool*  
*Metal y madera*  
*24 x 26 x 23 cm*

## MOTORES DE CAMPO GIRATORIO

Un imán que se mueve en la proximidad de un circuito cerrado, desarrolla en éste una corriente inducida que, según la ley de Lenz, se opone al movimiento del imán. Pero si este circuito es capaz de

moverse, esta misma reacción lo arrastrará en la dirección que se mueve el campo magnético, pudiéndose aplicar este movimiento a la producción de trabajo



Nº inv.: 06.3 / 293  
 Nº ejemplares: 2  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Sogeresa  
 Metal y madera  
 18 x 11,5 x 13 cm



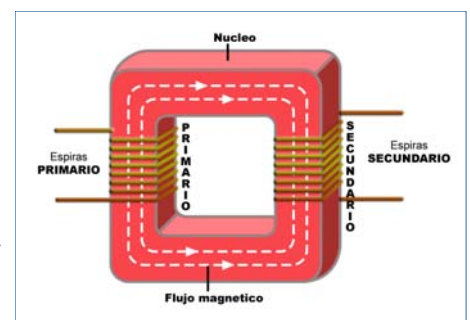
En los motores de campo giratorio no se mueve en realidad el imán. El físico italiano *Galileo Ferraris*, descubrió en 1885, el campo magnético rotatorio. En efecto, si se dispone en corona una serie de electroimanes, excitados alternativamente por una corriente trifásica, se combinan los flujos, originándose un campo magnético giratorio de intensidad constante, igual al que produciría un imán circular que girara alrededor de su eje.

Los motores de campo giratorio son notables por su sencillez, pues no requieren colector ni escobillas, no teniendo que pasar la corriente por ningún órgano móvil.

## TRANSFORMADORES

Son máquinas de inducción, que tienen por objeto utilizar las corrientes eléctricas para producir, en un circuito próximo, corrientes inducidas de condiciones distintas.

Consisten esencialmente en dos carretes aislados eléctricamente entre sí, que se arrollan sobre el mismo núcleo de hierro. Por uno, el *primario*, circula una corriente alterna que crea en el núcleo un campo magnético alterno. La mayor parte de este flujo atraviesa el otro arrollamiento, (el *secundario*) e induce en él una fuerza electromotriz alterna. La potencia es transmitida así de un arrollamiento a otro por medio del flujo del núcleo. Cualquiera de los arrollamientos puede utilizarse de primario.



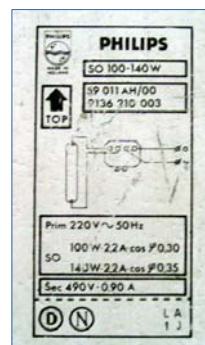
La potencia obtenida en un transformador es necesariamente inferior a la potencia suministrada al mismo, a causa de las inevitables pérdidas en forma calorífica (calentamiento de primario y secundario, corrientes de Foucault).



Nº inv.: 06.3 / 294 a  
 Nº ejemplares: 1  
 Fecha desconocida  
 Fabricante desconocido  
 Metal, madera y ebonita



Nº inv.: 06.3 / 294 b  
 Nº ejemplares: 3  
 Fecha desconocida  
 Fabricante desconocido  
 Metal y ebonita



Nº inv.: 06.3 / 294 c  
 Nº Ejemplares: 1  
 Fecha desconocida  
 Fabricante: Philips  
 Metal y ebonita