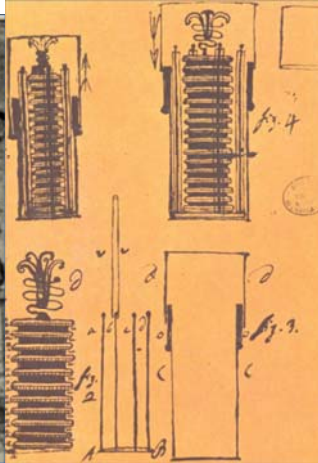


6.2

ELECTRICIDAD



Experiencia de Galvani (1789)



Esquemas realizados por Volta



Alessandro Volta realiza una demostración de su columna eléctrica, en el Instituto de París el 7 de noviembre de 1801, ante el primer cónsul Napoleón Bonaparte

Durante mucho tiempo fue imposible producir electricidad como no fuera por frotamiento. Se podía, de un cuerpo electrizado, sacar electricidad por influencia, pero siempre había que partir de un cuerpo electrizado por frotamiento. Al finalizar el siglo XVIII, guiado por un descubrimiento casual de Galvani, Volta, profesor de Física en la Universidad de Pavía, realizó una serie de experimentos que no solamente dieron a conocer métodos nuevos para producir electricidad, sino que también extendieron de modo considerable el conocimiento de sus efectos. Volta demostró, por primera vez, que podían electrizarse los cuerpos, sin necesidad de frotamiento, por la *acción química* entre dos conductores.

El hecho casual que dio origen a estos nuevos fenómenos fue el siguiente: *Galvani*, profesor de Medicina en Bolonia, observó, en 1789, cierto movimiento que al principio pareció misterioso. Habiendo unido con un gancho de cobre los extremos de los nervios lumbares de una rana, lo colgó de una barandilla de hierro. Cuando, por la acción del viento, los extremos inferiores de los muslos de la rana tocaban la barandilla, sufrían repentina contracción, que se repitió al efectuar después Galvani, a propósito, el contacto. La fama de este experimento se extendió a todos los centros científicos de Europa. Pero ¿cómo podía explicarse? Galvani creía ver en él la demostración de la «*fuera vital*», y no logró descifrar el fenómeno en sus elementos simples. *Volta* fue quien, con una serie de experimentos, puso de manifiesto que son esenciales las siguientes circunstancias para que aquel hecho se verifique:

Primera: Además de los muslos de la rana, deben existir dos metales diferentes: en el experimento de Galvani eran éstos cobre y hierro, pero pueden ser zinc y cobre, zinc y platino, y en general dos metales cualesquiera. Si los dos metales son iguales, el experimento no puede realizarse.

Segunda: Los tres cuerpos, esto es, los muslos de la rana y los dos metales, deben formar una *cadena cerrada*, es decir, el cobre debe estar en contacto con los muslos y el hierro, éste con el cobre y los muslos.

Tercera: No es esencial la presencia del muslo en este experimento, sino la de un líquido, el agua salada, que se halla en el muslo y que poniéndose en contacto con metales diferentes que se comunican entre sí, completa una *cadena cerrada por dos metales y un líquido*.

De esto dedujo Volta que si se sumergen en un líquido (ácido sulfúrico diluido) dos metales, zinc y cobre, y se ponen en comunicación mediante un conductor fuera del líquido, ocurrirá en este circuito lo mismo que en el experimento de Galvani. La disposición es la misma, sólo que en vez de cobre y hierro hay aquí cobre y zinc, y en vez del muslo de la rana se tiene el líquido de un vaso.

Pero en un circuito de esa naturaleza ¿qué ocurrirá que sea capaz de producir las contracciones de los muslos de la rana? Que en ello interviene la electricidad, fue reconocido ya en los primeros experimentos de Galvani, quien pudo observar que los muslos de la rana se movían también por la acción de una máquina electrostática. Volta se dió cuenta de que en este circuito se origina el fenómeno que llamamos *corriente eléctrica*, es decir, que a lo largo del conductor circula electricidad. Para demostrarlo, basta hacer ver que se producen los mismos efectos que los debidos al paso de la electricidad a lo largo de un hilo interpuesto entre los dos conductores de una máquina electrostática. El hilo se calentará; basta poner la mano sobre el conductor para observar que se halla a mayor temperatura que el aire que le rodea. Con un termómetro puede comprobarse con mayor precisión.

CORRIENTE ELÉCTRICA

En los problemas puramente electrostáticos nos ocupamos principalmente de las fuerzas ejercidas entre las cargas, el estado final estacionario de distribución de carga producido por estas fuerzas, y el movimiento de partículas cargadas en el vacío.

Ahora vamos a tratar del movimiento de la carga en un conductor cuando se mantiene un campo eléctrico dentro del mismo. Este movimiento constituye una *corriente*.

Un *conductor* es un cuerpo en cuyo interior hay *cargas libres* que se mueven por la fuerza ejercida sobre ellas por un campo eléctrico. Las cargas libres en un *conductor metálico* son *electrones negativos*. Las cargas libres en un *electrolito* son *iones, positivos o negativos*. Un *gas* en condiciones adecuadas, es también un conductor y sus cargas libres son *iones positivos y negativos y electrones negativos*.

La duración de la corriente puede ser muy breve o indefinida; esto depende de que la diferencia de potencial entre los extremos del conductor se renueve o no. Si se trata, por ejemplo, de un conductor que pone en comunicación las armaduras de un condensador previamente cargado, la diferencia de potencial se anula bruscamente; pero si el conductor pone en comunicación los polos de un generador eléctrico continuo, la corriente se mantendrá mientras dure dicha diferencia.

Toda causa que produce y mantiene una diferencia de potencial entre dos conductores electrizados y puestos en comunicación se denomina *fuerza electromotriz*. La fuerza electromotriz se mide por la diferencia de potencial que produce. Cualquiera de las formas de la energía, ya sea mecánica, física o química, puede obrar como fuerza electromotriz y por tanto generar una corriente eléctrica. La energía desarrollada por la corriente en distintas formas será equivalente siempre a la transformada para producirla.

Las **pilas eléctricas** son los generadores de electricidad dinámica, que transforman en ésta la energía química. La renovación de la diferencia de potencial necesaria para la corriente eléctrica exige una transformación continua de energía, que sólo puede explicar la acción química. El origen de estos aparatos fue una serie de experiencias realizadas por el italiano Volta.

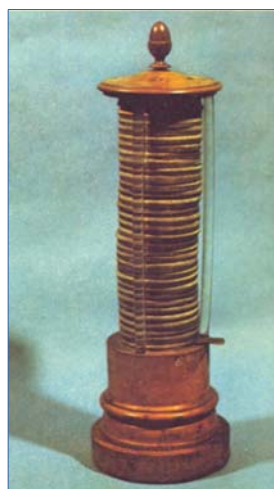
PILA DE VOLTA

Consiste en una serie de discos de zinc y de cobre, alternativamente superpuestos, de los cuales cada grupo zinc-cobre está separado de los demás por otro disco de paño impregnado de agua acidulada con ácido sulfúrico; dicha serie termina en ambos extremos por un disco de cobre. El conjunto, apilado verticalmente (de ahí el nombre de pila), se sostiene entre varillas de vidrio unidas superior e inferiormente por piezas de madera.



N° inv.: 06.2 / 218
Fecha: 1862
Fabricante desconocido
Madera, latón y vidrio
Compuesta por 30 pares

 $\Phi = 10 \text{ cm}$ $h = 46,5 \text{ cm}$



La pila de Volta.
Deutsches Museum, Munich

Cada grupo de zinc, paño humedecido y cobre, constituye lo que se llama **par**. Volta consideraba como par, solamente, el conjunto de un disco de zinc y otro de cobre en contacto, o a dos láminas de ambos metales igualmente en contacto, con arreglo a su teoría. Demostrada la necesidad del líquido capaz de actuar sobre uno de los metales, recibe dicho nombre el conjunto de dos metales separados por un líquido capaz de obrar químicamente sobre uno de ellos.

El zinc de cada par, se electriza negativamente, mientras el líquido se carga de electricidad positiva, la cual se comunica al cobre. Las cargas de los distintos pares, propagándose en el mismo sentido, aumentarán el potencial de los extremos, proporcionalmente al número de aquéllos.

Los discos extremos se denominan *polos de la pila*, y para conducir la corriente, se unen éstos con el aparato conveniente, mediante alambres llamados *electrodos*. Cuando la corriente se establece, se denomina *circuito* el sistema formado por la pila, los electrodos y aparatos que la corriente ha de recorrer; si se interrumpe la comunicación en cualquier punto, de modo que la corriente quede cortada, se dice que el circuito está *abierto*; en otro caso, se dice que está *cerrado*.

Se denomina **intensidad de corriente** a la cantidad de electricidad que pasa por una sección cualquiera del circuito en la unidad de tiempo. Se mide en **amperios**.

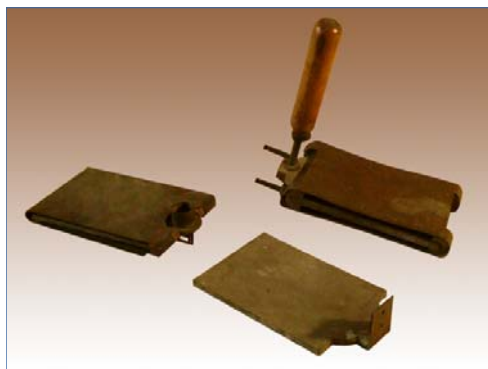
Fundándose en los efectos de la corriente, se dice que la electricidad se propaga del polo positivo de la pila, por el exterior, hasta el negativo, y por el interior, de éste a aquél. Comparando la corriente eléctrica a la de un fluido, el sentido de la corriente sería el del movimiento de aquél. (Precisamente el inverso de los electrones).

DISTINTOS TIPOS DE PILAS

La pila de columna fue sustituida por otras más cómodas, que a su vez han ido desapareciendo del uso corriente, por ceder su puesto a otras mejores.

PILA DE WOLLASTON

Durante mucho tiempo fue muy empleada en los Gabinetes de Física. El autor de esta pila fue el inglés *William Hyde Wollaston* en 1815. Está formada por una lámina de zinc rodeada en toda su extensión por una de cobre, pero sin tocarla. Mediante esta disposición aumenta mucho la superficie del cobre y la del zinc en contacto con el agua acidulada, y la cantidad de fluido descompuesto por la acción química crece. Cuando la pila está compuesta por varios elementos, van todos enlazados, y sostenidos por un travesaño de madera.



Nº inv.: 06.2 / 219
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Madera, latón, cobre, zinc y vidrio
14 x 25 x 25 cm

Gracias al mango de madera que llevan estas pilas, existe la posibilidad de extraer ambas láminas del vaso donde están metidas, y de esta manera se evita el desgaste del zinc y el cobre, así como el empobrecimiento del agua acidulada cuando la pila no se utiliza.

PILA DE DANIELL

La pila Daniell fue construida en el año 1836 por el fisico-químico *John Frederic Daniell*. Este tipo de pilas tiene dos metales y dos líquidos. Con el objeto de que éstos nos e mezclen, están separados generalmente por un cilindro de tierra porosa, que no impide la comunicación eléctrica a través de los poros.

Los metales empleados son el zinc y el cobre. El cobre está rodeado de una disolución concentrada de sulfato de cobre, y el zinc de una disolución diluida de ácido sulfúrico o bien de sulfato de zinc. Se echa en un vaso de vidrio la disolución del sulfato de cobre, y se introduce luego la placa cilíndrica. Rodeado por ésta va el vaso de tierra porosa, en el que se vierte la disolución de ácido sulfúrico. y por fin se introduce en dicho vaso poroso la barra de zinc. El zinc y el cobre llevan respectivamente en la parte superior un borne, para asegurar el contacto con los hilos del circuito. En el zinc la tensión es negativa, y en el cobre positiva. La fuerza electromotriz de la pila Daniell es aproximadamente de un voltio.



Nº inv.: 06.2 / 220
Número de ejemplares: 6
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Madera, cobre, zinc y vidrio
10 x 10 x 17 cm



PILA DE BUNSEN

En 1839, el abogado y aficionado a la física, el inglés *William Robert Grove*, con objeto de eliminar más rápidamente el hidrógeno resultante de la descomposición, empleó ácido nítrico en el vaso poroso, e introdujo en dicho líquido una varilla de platino, dejando los componentes restantes de la pila de Daniell. Por este medio el hidrógeno, en vez de depositarse sobre el metal inactivo, se combina con parte del oxígeno del ácido nítrico y forma agua.

En 1843, el alemán *Robert Wilhelm Bunsen*, modificó ventajosamente la pila de Grove, eliminando el platino, que es de elevado precio, y quebradizo con el mucho uso, por un prisma o cilindro de carbón de retorta (de las fábricas de gas) que se comporta como un metal y será el polo positivo, como polo negativo será un electrodo de zinc. El zinc está rodeado de ácido sulfúrico diluido, pero el carbón lo está de ácido nítrico concentrado. Los electrodos están terminados con unos bornes de latón para facilitar la comunicación con los conductores. La fuerza electromotriz de una pila Bunsen es de 1,9 voltios.



Nº inv.: 06.2 / 221
Número de ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Cerámica, carbón, zinc y vidrio
 $\Phi = 13 \text{ cm}$ $h = 23 \text{ cm}$

PILA LECLANCHÉ

En 1866, el francés *Georges Leclanché* desarrolla una nueva pila. Los dos polos son carbón y zinc, como la de Bunsen. El carbón, que es el polo positivo, está en un cilindro de tierra porosa lleno de una mezcla de bióxido de manganeso y carbón. La varilla de zinc está sumergida en una disolución saturada de cloruro amónico. La fuerza electromotriz de esta pila es aproximadamente de 1,5 voltios.



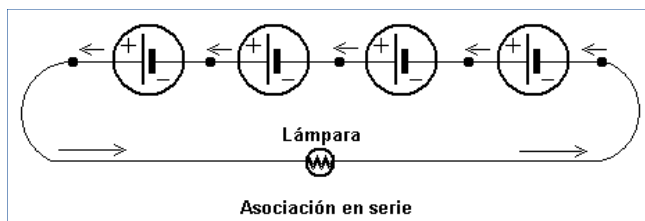
Nº inv.: 06.2 / 222
Número de ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante: Breveté. S.G. París
Cerámica, carbón, zinc y vidrio
9 x 9 x 20 cm

Esta pila tiene la ventaja de funcionar meses enteros con sólo añadirle agua cuando ésta se evapora; pero su despolarizante (bióxido de manganeso) obra con lentitud por ser sólido. Por esta razón se emplea especialmente para producir corrientes intermitentes entre las que median intervalos largos de inactividad. Tal es el caso de los timbres eléctricos.

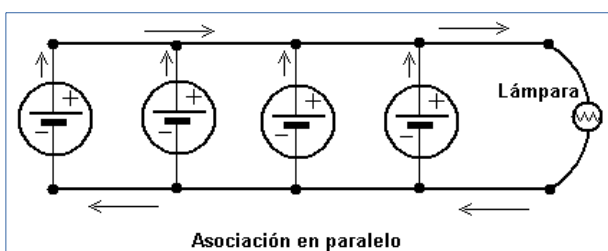
ASOCIACIÓN DE PILAS

Se pueden asociar entre sí varias pilas de los dos modos siguientes:

1º Se conecta el polo positivo de un elemento al polo negativo del elemento inmediato, con lo cual se tiene la llamada *asociación en serie*. Siendo e la fuerza electromotriz de cada elemento, el conjunto formado por n elementos asociados en serie presentará entre sus polos extremos una diferencia de potencial $E = ne$.



º Se conectan todos los polos positivos de los elementos por asociar, lo que constituye el polo positivo de la asociación; se conectan todos los polos negativos para formar el polo negativo de la agrupación. La fuerza electromotriz de este conjunto, llamado asociación en paralelo, es la misma de un elemento: $E = e$.



También se construyen estos elementos en la forma llamada de **pilas secas**, de uso generalizado y más cómodo. El polo positivo es una barra de carbón y el negativo es zinc metálico. El líquido se reemplaza por una pasta que contiene cloruro de zinc y cloruro amónico. Como despolarizador se añade bióxido de manganeso. Las pilas aisladas, teniendo el zinc la forma de un vaso cerrado con el electrodo de carbón en el centro. La pasta ocupa el espacio intermedio y la parte superior se cierra con una capa de pez o cera.



Nº inv.: 06.2 / 223
Número de ejemplares: 8
Fecha desconocida
Fabricante: Tudor
Cartón, carbón, zinc y cera
 $\Phi = 6 \text{ cm}$ $h = 16 \text{ cm}$

CORRIENTES TERMOELÉCTRICAS

El hecho general de la transformación de las fuerzas o energías unas en otras, se cumple también en la conservación de la energía calorífica en energía eléctrica. Si con una cantidad de electricidad se obtiene un número fijo de calorías, la recíproca debe ser confirmada por la experiencia.

El físico alemán *Thomas Johann Seebeck*, en 1821, observó que en un circuito formado por dos conductores distintos, cuyas uniones soldadas se encuentran en medios con temperaturas distintas, aparece entre ambos una diferencia de potencial. Esta diferencia de potencial es función de la naturaleza de los conductores y de la diferencia de temperaturas. Para convencerse después de que la corriente era debida a la diferencia de temperatura de los diversos puntos, en lugar de calentar la soldadura, la rodeó de hielo fundente, y observó otra desviación en sentido contrario.

El circuito formado por dos metales, capaz de producir una corriente termoeléctrica, se denomina *par termoeléctrico*. Las agrupaciones de pares termoeléctricos iguales, dispuestos de manera que las soldaduras sean de metales diferentes constituyen las **pilas termoeléctricas**. Los pares están formados por metales o aleaciones, su resistencia interior es muy pequeña, por lo cual, aunque la fuerza electromotriz de cada par sea muy débil, se pueden lograr con estas pilas corrientes muy intensas.



Nº inv.: 06.2 / 224
Número de ejemplares: 5
Fecha desconocida
Fabricante: Sogeresa
Madera, metal
Lamparilla de alcohol
 $25 \times 25 \times 16 \text{ cm}$

EFFECTOS QUÍMICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

De igual manera que la energía química se transforma en eléctrica, la energía de la corriente produce acciones químicas en determinadas condiciones.

Para probarlo, se utilizan vasijas especiales llamadas **voltímetros**, o **cubas electrolíticas**. Consisten en un recipiente de vidrio, que tiene por fondo una pasta aisladora (lacre), atravesada por dos láminas de metal, suficientemente separadas, que quedan libres en el interior del vaso, que van unidas en el exterior a los electrodos o conductores procedentes de la pila.



Nº inv.: 06.2 / 225
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Metal, madera, vidrio y lacre
15 x 25 x 30 cm

Nº inv.: 06.2 / 226
Fecha desconocida
Fabricante: ArthurUtz, Berna
Metal, vidrio y lacre
17 x 17 x 30 cm



El paso de la corriente a través del líquido va acompañado de una acción química, o descomposición del líquido o de las sustancias disueltas en él. Este fenómeno se denomina **electrólisis**.

Las láminas metálicas sumergidas en el líquido por formar parte de los electrodos que unen el voltímetro con el generador de la corriente, se llaman también *electrodos*, y en particular, *ánodo* al que comunica con el polo positivo, y *cátodo* al que comunica con el polo negativo. Los cuerpos que quedan en libertad a consecuencia de la descomposición que produce la corriente, se dirigen a uno o al otro de los electrodos, y se denominan, en general *iones*, y en particular *aniones* o *cationes*, según a qué electrodo se dirijan. La sustancia sometida a la acción de la corriente se llama *electrólito*. Son electrólitos los cuerpos que en Química se denominan sales, ácidos y bases, en estado líquido, ya sean fundidos o disueltos.

Para realizar la electrólisis, se llena el voltímetro con agua acidulada con ácido sulfúrico, y como los productos de la descomposición son gaseosos, se pueden recoger y observar su desprendimiento más o menos rápido colocando dos tubos de vidrio, llenos del mismo líquido e invertidos uno sobre cada electrodo. Los gases que se desprenden son hidrógeno y oxígeno; el hidrógeno se desprende en el cátodo, en doble volumen que el oxígeno, que se desprende en el ánodo.

Los iones puestos en libertad dan lugar frecuentemente a otras acciones químicas. Para que la electrólisis se produzca es necesario que la fuerza electromotriz generadora de la corriente exceda en un límite determinado, sin lo cual aquélla no atraviesa el electrólito. Se supone que en el momento de cerrar el circuito experimentan los electrodos una modificación superficial, que desarrolla una fuerza electromotriz en el voltímetro, opuesta a la del generador de la corriente, que ha de vencer ésta para que la electrólisis se produzca; pero si ambas son iguales, no hay electrólisis, y se expresa el fenómeno diciendo que los electrodos están *polarizados*. A esa fuerza electromotriz se le denomina *fuerza electromotriz de polarización*.

ACUMULADORES

Son aparatos que utilizan las fuerzas electromotrices de polarización, para producir corrientes eléctricas. Ideados por el francés *Raymond Gaston Planté*, en 1859, y modificados por otros físicos para aumentar su efecto, han adquirido gran importancia en la industria.

Los *acumuladores* tiene por objeto *almacenar*, en cierto modo, la energía eléctrica. Se emplean como electrodos láminas de plomo, que llevan una pasta a base de óxido de plomo, y están sumergidas en agua acidulada con ácido sulfúrico, pero separadas unas de otras; exteriormente están unidas con un conductor las pares, y con otro las impares. Dichos conductores constituyen el polo positivo y el negativo del aparato.



Nº inv.: 06.2 / 227
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Madera, vidrio y plomo
12,5 x 9 x 15 cm

Cuando se ponen éstos en comunicación con una corriente eléctrica el agua se descompone en sus dos elementos. El oxígeno se dirige al ánodo, uniéndose al óxido de plomo de las correspondientes láminas para oxidarlo más aun; y el hidrógeno, al cátodo, apoderándose del oxígeno contenido en el óxido y dejando el metal solo, en estado esponjoso. Se sabe que las reacciones correspondientes están terminadas cuando los gases se escapan del líquido en burbujas. Entonces el acumulador está *cargado*, hallándose en condiciones de producir una corriente cuando se desee.

RESISTENCIAS DE LOS CONDUCTORES

Los trabajos de varios físicos, confirmaron experimentalmente los cálculos realizados por *Georg Simon Ohm* en 1827. La idea de Ohm no puede ser más sencilla: se le ocurrió que los conductores por los cuales circula la corriente ofrecen una resistencia a su paso, y que la intensidad de la corriente es, efectivamente, tanto mayor cuanto mayor sea la fuerza electromotriz, pero también tanto menor cuanto mayor sea la resistencia que le opone el conductor.

La *ley de Ohm* puede enunciarse de la siguiente manera: *La intensidad de una corriente eléctrica que pasa por dos puntos de un conductor, que se encuentran a distinto potencia, es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre estos puntos e inversamente proporcional a la resistencia.*

$$\text{Intensidad de la corriente} = \frac{\text{Diferencia de potencial}}{\text{Resistencia}} \quad I = \frac{V_a - V_b}{R}$$

Ohm,

trabajando siempre con los mismos elementos, sin variar más que las condiciones del circuito exterior, descubrió que la resistencia de un conductor depende de su longitud, de su sección y de la sustancia de que está compuesto, y encontró que a mayor longitud del conductor corresponde mayor resistencia, y a mayor diámetro corresponde resistencia menor. A cada sustancia corresponde un coeficiente de que recibe el nombre de *resistividad*.

$$\text{Resistencia} = \text{Resistividad} \frac{\text{Longitud}}{\text{Sección}} \quad R = \rho \frac{\ell}{S}$$

La unidad utilizada para la medida de las resistencias es el **ohmio**: *la resistencia de un conductor es un ohmio, si la diferencia de potencial entre los extremos del mismo es un voltio, cuando la intensidad de la corriente en el conductor es de un amperio.*

CORRIENTES DERIVADAS

Cuando el circuito exterior se bifurca o ramifica formando dos o más, que vuelven a reunirse en uno sólo, en otro punto de aquél, se denominan *corrientes derivadas* las parciales que recorren cada una de las ramas en las que se distribuye la corriente principal; el fenómeno se denomina *derivación*.

En 1847, el físico alemán *Gustav Robert Kirchhoff*, formuló las dos reglas siguientes, que permiten determinar las condiciones de las corrientes derivadas:

1ª La suma algebraica de las intensidades de corrientes que concurren en cualquier nudo del circuito es cero.

2ª La suma algebraica de las fuerzas electromotrices en una malla cualquiera del circuito es igual a la suma algebraica de los productos de las intensidades por las resistencias que atraviesan.

MEDIDAS DE RESISTENCIAS

La *unidad de resistencia*, como se dijo anteriormente, es el *ohmio*. El *ohmio internacional* se define como la resistencia ofrecida a una corriente eléctrica constante de una columna de mercurio, a la temperatura de fusión del hielo, de masa 14,4521 g, de sección constante y cuya longitud es de 106,300 cm. El patrón internacional consiste en una columna de mercurio contenida en un tubo de vidrio, y no es muy adecuado para el trabajo en el laboratorio.

Las llamadas **resistencias patrones** que normalmente se utilizan en laboratorio son más manejables. Sus errores son mínimos. Se construyen con hilo, generalmente de manganina, a causa de su pequeño coeficiente de variación con la temperatura.



Nº inv.: 06.2 / 228

Nº ejemplares: 2

Fecha desconocida

Fabricante desconocido

Madera y metal

$\Phi = 4,5 \text{ cm}$ $h = 5,5 \text{ cm}$

Nº inv.: 06.2 / 229

Nº ejemplares: 2

Fecha desconocida

Fabricante: Phywe

Ebonita y metal

$\Phi = 5 \text{ cm}$ $h = 8 \text{ cm}$



CAJAS DE RESISTENCIAS

A veces conviene disponer de una serie de resistencias de diferente valor, ya para poderlas intercalar en un circuito, ya para hacer que la corriente tenga un valor determinado, o para comparar resistencias desconocidas con otras conocidas.

El ingeniero alemán *Siemens* fue el primero a quien se ocurrió disponer en una caja una serie de resistencias perfectamente determinadas. En la tapa de la caja se encuentran una serie de gruesas placas de latón, de resistencia eléctrica despreciable, debido a la alta conductividad eléctrica del latón, Los bordes de las placas distan poco entre sí y permiten colocar entre ellos unas clavijas. Cada una de las placas de latón comunica con la siguiente, mediante un carrete interior, y todos los carretes tienen resistencias perfectamente determinadas.



Nº inv.: 06.2 / 230
 Fecha desconocida
 Fabricante: Carpentier. París
 Madera, latón
 13,5 x 7 x 13 cm

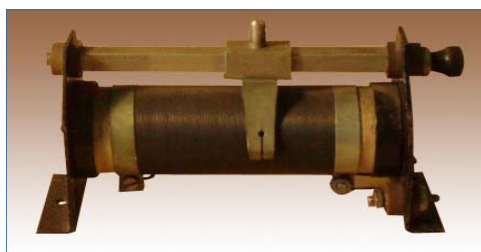


Nº inv.: 06.2 / 231
 Número de ejemplares: 2
 Fecha desconocida
 Fabricante: C.E.D.A.C.
 Madera, latón y ebonita
 22,5 x 15,5 x 13 cm



Si se hace pasar una corriente, estando puestas todas las clavijas, lo hará a lo largo de las placas de latón y las clavijas, porque este camino le ofrece una resistencia muchísimo menor que los carretes; por el contrario, si se quita una clavija, la corriente ha de pasar forzosamente por el carrete que hay debajo, de resistencia conocida. De este modo, quitando una o varias clavijas, se puede intercalar en el circuito las resistencias necesarias para alcanzar el valor deseado.

REÓSTATOS



Nº inv.: 06.2 / 232
 Fecha desconocida
 Fabricante desconocido
 Metal, ebonita y cerámica
 14 x 5 x 8 cm



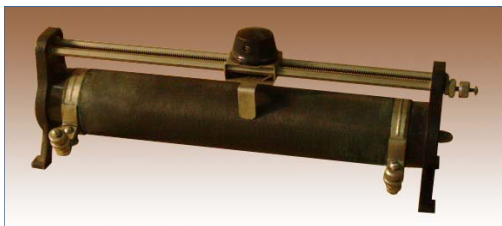
Nº inv.: 06.2 / 233
 Nº ejemplares: 3
 Fecha desconocida
 Fabricante: Phywe
 Metal, ebonita y cerámica
 45 x 7 x 14 cm



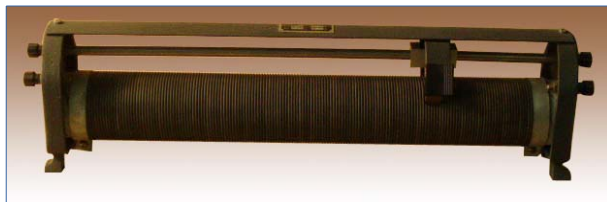
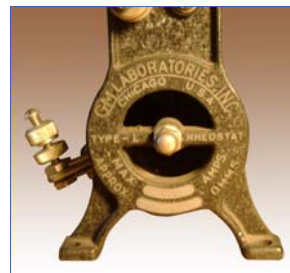
Las cajas de resistencias permiten intercalar en un circuito resistencias perfectamente conocidas, pero si sólo se quieren introducir rápidamente resistencias, prescindiendo de su valor exacto, lo cual ocurre a menudo, en especial si se quiere reducir a un valor determinado la intensidad de corriente, se recurre a los reóstatos. Los más utilizados son los llamados **reóstatos de corredera**, están formados por un hilo descubierto de constantán arrollado a un cilindro de pizarra u otro material parecido, y una pieza corredera que corre a lo largo de una varilla metálica. El hilo comunica con un borne y con la corredera, que por medio de la varilla comunica con el otro borne. Corriendo la corredera hacia derecha o izquierda se intercala mayor cantidad de hilo, y aumenta consiguientemente la resistencia.



Nº inv.: 06.2 / 234
 Nº ejemplares: 2
 Fecha desconocida
 Fabricante: CULTURA
 Metal y cerámica
 30 x 6 x 11 cm

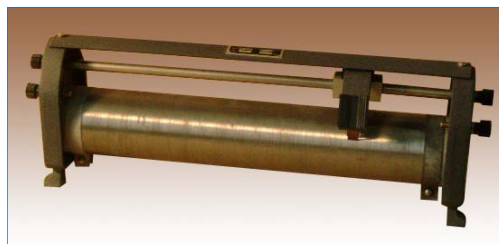


Nº inv.: 06.2 / 235
 Nº ejemplares: 2
 Fecha desconocida
 Fabricante: GH - Laboratories Inc.
 Chicago USA
 Metal, ebonita y cerámica
 35 x 8,5 x 11 cm



Nº inv.: 06.2 / 236
 Fecha desconocida
 Fabricante: I. Torres Quevedo
 Metal, ebonita y cerámica
 56 x 7,5 x 15 cm

Nº inv.: 06.2 / 237
 Nº ejemplares: 2
 Fecha desconocida
 Fabricante: I. Torres Quevedo
 Metal, ebonita y cerámica
 42 x 7 x 16 cm



Nº inv.: 06.2 / 238
 Fecha desconocida
 Fabricante: I. Torres Quevedo
 Metal y ebonita
 $\Phi = 19 \text{ cm}$ $h = 17 \text{ cm}$

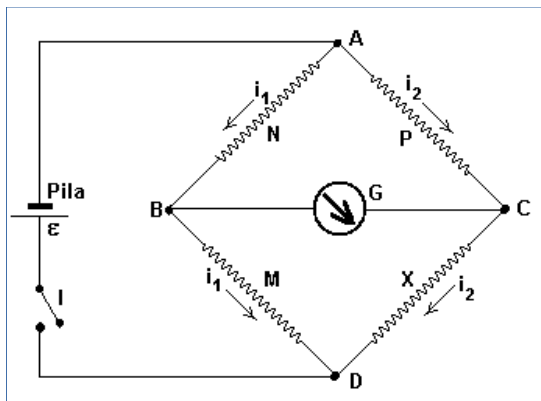
Otra modalidad de reóstato es el que se muestra a continuación. Está constituido por un bastidor al cual se fijan una serie de resistencias en espiral. Cada resistencia está conectada a un borne. Mediante el manubrio se puede ir haciendo contacto con el otro borne del bastidor, y así podemos introducir en el circuito distintas resistencias.



Nº inv.: 06.2 / 239
 Fecha desconocida
 Fabricante: Max Kohl. Chemnitz
 Metal y madera
 34 x 14 x 60 cm



MEDIDAS DE RESISTENCIAS



Para la medida de resistencias existen varios procedimientos, pero el más usado es el montaje del llamado **Puente de Wheatstone**, inventado por el físico inglés *Charles Wheatstone*, en 1843.

En la figura *M*, *N* y *P* son resistencias variables previamente graduadas, y *X* representa la resistencia desconocida. Para utilizar el puente se cierra el interruptor *I* y se modifica la resistencia *P* hasta que el galvanómetro *G* no experimente desviación. Los puntos *B* y *C* están ahora al mismo potencial, o en otras palabras, la caída de potencial entre *A* y *B* es iguala la caída de potencial entre *A* y *C*. Asimismo, la caída de potencial entre *B* y *D* es igual a la existente entre *C* y *D*. Puesto que la intensidad de la corriente en el galvanómetro es nula, la intensidad de la corriente en *M* es igual a la de *N*, y la intensidad de la corriente en *P* es igual a la de *X*. Por tanto:

$$X = (M/N) * P$$

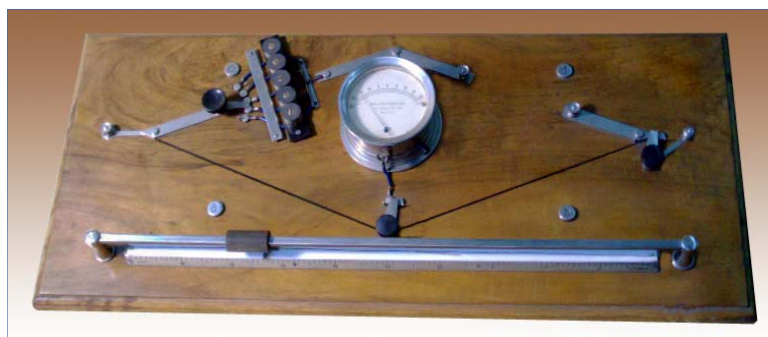
El **puente de hilo** constituye una simplificación del puente de Wheatstone, en la que se sustituyen dos resistencias por un conductor metálico uniforme (generalmente constantán), tensado sobre una escala graduada. Sobre él desliza un cursor provisto de un contacto metálico de modo que puede dividir la resistencia total del conductor metálico en dos partes que corresponden a las resistencias sustituidas del puente de Wheatstone.



Nº inv.: 06.2 / 240
Nº ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante: CEDAC
Madera y metal
57 x 7 x 8 cm



Nº inv.: 06.2 / 241
Nº ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante: Sogeresa
Madera metal
118 x 22 x 5 cm



Nº inv.: 06.2 / 242
Nº ejemplares: 2
Fecha desconocida
Fabricante: Talleres Kelvin
Metal y madera



EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Uno de los fenómenos que caracteriza a la corriente eléctrica, es el desprendimiento de calor que manifiesta un conductor metálico al paso de la misma. La explicación a este hecho es el resultado del movimiento de los electrones, los cuales chocan unos con otros en su movimiento.

El físico inglés *James Prescott Joule*, nos dice en su famosa ley que: “*La energía absorbida por un conductor al ser recorrido por una corriente eléctrica se transforma íntegramente en calor*”. O de otra forma: “*En un conductor cualquiera, la cantidad de calor que se desprende es proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente que circula por él, a su resistencia y al tiempo que ha estado conectado*”.

LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA

El calor originado al paso de la corriente aumenta la temperatura del hilo. Si la corriente es suficiente y la resistencia bastante grande, la elevación de temperatura puede producir la incandescencia del conductor, que llega al rojo y al blanco, y se funde por fin. Cuanta menos masa tenga el conductor, tanto más fácilmente crecerá su temperatura, puesto que el calor desarrollado por el efecto Joule se partirá en una masa menor. Así pues, cuanto más fino sea el hilo, tanto más fácilmente se le podrá poner incandescente.

Desde 1845 en que el norteamericano *W. E. Staite* patentara la primera lámpara incandescente, fueron muchos los investigadores que trataron el tema. Citaremos entre ellos a: el norteamericano *Moses G. Farmer* (1858) que inventó las lámparas de platino; el ruso *Lodyguine* (1868) iluminó el arsenal de San Petersburgo; el ruso *Paul Nicolaievich Jablochkokk* iluminó la línea férrea Moscú-Kursk. En 1877, *Thomas Alva Edison* experimentó con muchos materiales para fabricar un filamento adecuado y realizar el vacío dentro de la bombilla.

En 1879 consiguió hacer un vacío suficiente para conseguir que una **lámpara eléctrica con filamento de carbón** se mantuviera encendida durante cuarenta horas. A finales de 1880 fabricó una bombilla que duró 1.589 horas. Fue al término de 1882 cuando se produjeron 100.000 lámparas, comenzando las redes de distribución de corriente eléctrica a extenderse por todas partes.



Nº inv.: 06.2 / 243
Nº ejemplares: 14
Fecha desconocida
Distintos fabricante
Metal y vidrio
Diferentes tamaños

En esta clase de lámparas se obtiene la luz haciendo pasar la corriente por un filamento muy delgado, de carbón que se pone incandescente sin llegar a fundirse, a pesar de la temperatura que alcanza. Dicho filamento va dentro de una ampolla de vidrio, cerrada después de hacer el vacío lo más posible, para evitar la combustión de aquél, el cual va unido por sus extremos a dos alambres soldados en el vidrio y que comunican exteriormente con los conductores de la corriente, mediante un casquillo metálico llamado **portalámparas**.

Nº inv.: 06.2 / 245
Nº ejemplares: 6
Fecha desconocida
Distintos fabricante
Metal y cerámica
Diferentes tamaños



Los filamentos de carbón fueron sustituidos, dada su poca duración. Se utilizan las **lámparas de filamento metálico**, capaces de resistir temperaturas de unos 2.000 °C sin fundirse., merced a lo cual dan luz más intensa con menor consumo. Los filamentos suelen ser de osmio, tántalo, wolframio o tungsteno. que resultaron de más duración y calidad.

Nº inv.: 06.2 / 244
Nº ejemplares: 10
Fecha desconocida
Distintos fabricante
Metal y vidrio
Diferentes tamaños



Otro tipo de lámparas son las llamadas **válvulas electrónicas**. Son lámparas de incandescencia que llevan, además del filamento, uno o dos conductores de diversas formas. El físico inglés *John Ambrose Fleming* en el año 1904, construyó la *lámpara de dos electrodos o diodo (o válvula de Fleming)*. En 1907 fue modificada por *Lee de Forrest*, que le intercaló una malla entre el filamento y la placa dando como resultado el *tríodo o lámpara de tres electrodos*. A partir de esto aparecieron el *tetrodo*, el *pentodo* y más, en muy diferentes versiones. Desde esa fecha su desarrollo fue continuo.



Nº inv.: 06.2 / 246
Nº ejemplares: 6
Fecha desconocida
Distintos fabricantes
Metal y vidrio

ARCO VOLTAICO

En el año 1821, el físico inglés *Humphry Davy* observó un fenómeno muy interesante, íntimamente relacionado con el efecto Joule. Al poner en comunicación los polos de una batería de pilas con dos carbones en contacto, y separarlos luego como para interrumpir la corriente, vio que, lejos de interrumpirse ésta, continuaba pasando de un carbón a otro, surgiendo entre ellos una luz extraordinariamente intensa; los extremos de los dos carbones llegaban al blanco incandescente, y el aire en sus proximidades adquiría un tinte azulado. Sirven de conductores el mismo aire y el vapor resultante de la volatilización del carbón. La luz que despiden es tan viva, que sólo se puede observar sin molestias a través de vidrios translúcidos o coloreados. Se denomina **arco eléctrico** o **arco voltaico**.

Dicho arco aparece envuelto en una especie de llama rojiza, debida a la combustión del carbón. La

combustión y volatilización de éste va desgastando los carbones; sobre todo, en el positivo, que se calienta más y emite más luz, ahuecándose al cabo de poco tiempo en forma de cráter, mientras el negativo se hace agudo y cónico.



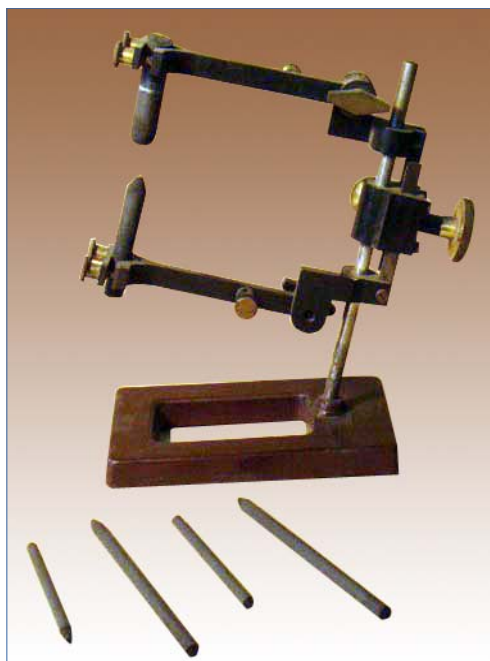
*Nº inv.: 06.2 / 247
Fecha: 1874
Fabricante desconocido
Metal, madera y carbón
20 x 7 x 14 cm*

Foucault reemplazó en 1844 las varillas de carbón de leña de Davy por varillas de carbón de retorta. Evitando así el desgaste demasiado rápido de las varillas, se pudo realizar el fenómeno durante un tiempo suficientemente largo para que se pensase en utilizar el arco eléctrico como fuente de luz.

Colocando los carbones en un recinto casi cerrado, al que el aire llega difícilmente y donde permanecen los productos de la combustión, se logra que el desgaste de los carbones sea extremadamente lento. Este arco puede llegar a durar más de 150 horas.

Las **lámparas de arco voltaico** tienen unos soportes para los carbones y sus accesorios que evitan la interrupción del arco a consecuencia del desgaste de aquellos y así hacerlos aplicables para el alumbrado. Esto se consigue mediante un engranaje que, por la acción de un tornillo, permite regular a mano la distancia entre los carbones. La temperatura que alcanzan las diversas regiones del arco es muy elevada. El carbón positivo llega a 3.000 °C y el negativo a 2.200 °C.

Se solían utilizar este sistema en linternas de proyección, cinematógrafos y en aplicaciones en que las lámparas no tuvieran que funcionar mucho tiempo seguido.



*Nº inv.: 06.2 / 248
Fecha desconocida
Fabricante desconocido
Metal y carbón
20 x 9 x 19 cm*