

QUÉ ES LA ELECTROSTÁTICA

Desde la antigüedad ya los griegos habían observado que cuando frotaban enérgicamente un trozo de ámbar, podía atraer objetos pequeños.

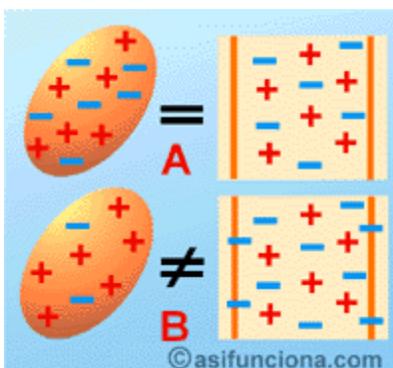
Posiblemente el primero en realizar una observación científica de ese fenómeno fue el sabio y matemático griego Thales de Mileto, allá por el año 600 A.C., cuando se percató que al frotar el ámbar se adherían a éste partículas del pasto seco, aunque no supo explicar la razón por la cual ocurría ese fenómeno.



Trozo de ámbar

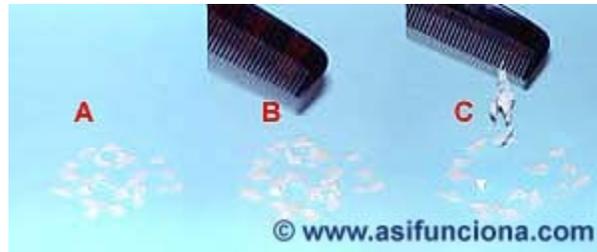
No fue hasta 1660 que el médico y físico inglés *William Gilbert*, estudiando el efecto que se producía al frotar el ámbar con un paño, descubrió que el fenómeno de atracción se debía a la interacción que se ejercía entre dos cargas eléctricas estáticas o carente de movimiento de diferentes signos, es decir, una positiva (+) y la otra negativa (-). A ese fenómeno físico Gilbert lo llamó “electricidad”, por analogía con “*elektron*”, nombre que en griego significa ámbar.

En realidad lo que ocurre es que al frotar con un paño el ámbar, este último se electriza debido a que una parte de los electrones de los átomos que forman sus moléculas pasan a integrarse a los átomos del paño con el cual se frota. De esa forma los átomos del ámbar se convierten en iones positivos (o cationes), con defecto de electrones y los del paño en iones negativos (o aniones), con exceso de electrones.



A.- Trozo de ámbar y trozo de paño con las cargas eléctricas de sus átomos equilibradas. **B.-** Trozo de ámbar electrizado con carga estática positiva, después de haberlo frotado con el paño. Los electrones del ámbar han pasado al paño, que con esa acción éste adquiere carga negativa

Para que los átomos del cuerpo frotado puedan restablecer su equilibrio atómico, deben captar de nuevo los electrones perdidos. Para eso es necesario que atraigan otros cuerpos u objetos que le cedan esos electrones. En electrostática, al igual que ocurre con los polos de un imán, las cargas de signo diferente se atraen y las del mismo signo se repelen.



A.- Montoncitos de papeles recortados. B.- Peine cargado electrostáticamente con defecto de electrones después de habernos peinado con el mismo. C.- Los papelitos son atraídos por el peine restableciéndose, de esa forma, el equilibrio electrónico de los átomos que lo componen (los papeles le ceden a éste los electrones que perdieron al pasármolos por el pelo).



Una manifestación de carga estática la tenemos en las nubes cuando se generan tormentas eléctricas con rayos. Cuando una nube se encuentra completamente ionizada o cargada positivamente, se establece un canal de conducto natural que es capaz de atraer iones cargados negativamente desde la Tierra hasta la nube. Cuando los iones negativos procedentes de la Tierra hacen contacto con la nube, se produce el rayo al liberar ésta la enorme carga de corriente eléctrica estática acumulada.

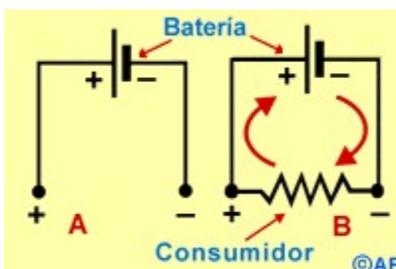
Otro ejemplo lo tenemos en los vehículos, que al desplazarse a través de la masa de aire que lo rodea, adquieren carga estática. Cuando eso ocurre podemos llegar a sentir una descarga o calambrazo eléctrico en el cuerpo al tocar alguna de las partes metálicas del vehículo.

Tormenta eléctrica

Las máquinas fotocopadoras e impresoras láser hacen uso práctico de la carga eléctrica estática. Su principio de funcionamiento se basa en que un rayo de luz ilumina la imagen o texto por medio de un proceso de escaneo y la transfieren a un tambor fotosensible como carga estática. El polvo de impresión o *toner*, que posee características magnéticas, al pasar al tambor se adhiere a las partes sensibilizadas por el rayo de luz. A continuación cuando el papel pasa por el tambor fotosensible, el polvo del *toner* se desprende y se adhiere a su superficie, transfiriendo así todo el contenido del tambor. Para que el polvo del *toner* no se desprenda del papel antes de salir de la fotocopadora o impresora, se hace pasar por un rodillo caliente que se encarga de fijarlo de forma permanente.

QUÉ ES LA FUERZA ELECTROMOTRIZ (FEM)

Se denomina fuerza electromotriz (FEM) a la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica. Para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o polos (uno negativo y el otro positivo) de dicha fuente, que sea capaz de bombear o impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.



A. Circuito eléctrico abierto (sin carga o resistencia). Por tanto, no se establece la circulación de la corriente eléctrica desde la fuente de FEM (la batería en este caso). **B. Circuito eléctrico cerrado, con una carga o resistencia acoplada, a través de la cual se establece la circulación de un flujo de corriente eléctrica desde el polo negativo hacia el polo positivo de la fuente de FEM o batería.**

Existen diferentes dispositivos capaces de suministrar energía eléctrica, entre los que podemos citar:

Pilas o baterías. Son las fuentes de FEM más conocidas del gran público. Generan energía eléctrica por medios químicos. Las más comunes y corrientes son las de carbón-zinc y las alcalinas, que cuando se agotan no admiten recarga. Las hay también de níquel-cadmio (NiCd), de níquel e hidruro metálico (Ni-MH) y de ión de litio (Li-ion), recargables. En los automóviles se utilizan baterías de plomo-ácido, que emplean como electrodos placas de plomo y como electrolito ácido sulfúrico mezclado con agua destilada.



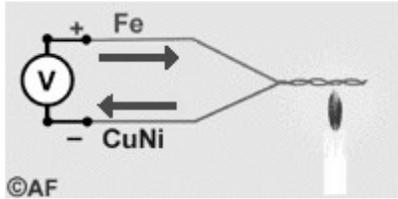
Máquinas electromagnéticas. Generan energía eléctrica utilizando medios magnéticos y mecánicos. Es el caso de las dinamos y generadores pequeños utilizados en vehículos automotores, plantas eléctricas portátiles y otros usos diversos, así como los de gran tamaño empleado en las centrales hidráulicas, térmicas y atómicas, que suministran energía eléctrica a industrias y ciudades.

Pequeño aerogenerador

Celdas fotovoltaicas o fotoeléctricas. Llamadas también celdas solares, transforman en energía eléctrica la luz natural del Sol o la de una fuente de luz artificial que incida sobre éstas. Su principal componente es el silicio (Si). Uno de los empleos más generalizados en todo el mundo de las celdas voltaicas es en el encendido automático de las luces del alumbrado público en las ciudades.



También se utilizan en el suministro de pequeñas cantidades de energía eléctrica para satisfacer diferentes necesidades en zonas apartadas hasta donde no llegan las redes del tendido de las grandes plantas generadoras. Las celdas fotovoltaicas se emplean también como fuente principal de abastecimiento de energía eléctrica en los satélites y módulos espaciales. Las hay desde el tamaño de una moneda hasta las del tamaño aproximado de un plato. Para obtener una tensión o voltaje más alto que el que proporciona una sola celda, se unen varias para formar un panel.



Termopares. Se componen de dos alambres de diferentes metales unidos por uno de sus extremos. Cuando reciben calor en el punto donde se unen los dos alambres, se genera una pequeña tensión o voltaje en sus dos extremos libres.

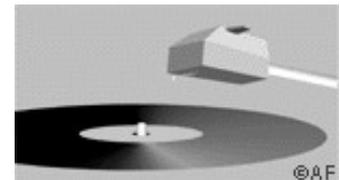
Termopar de hierro-constantán (Fe-CuNi)

Entre algunas de las combinaciones de metales utilizadas para la fabricación de termopares podemos encontrar las siguientes: chromel-alumel (NiCr-NiAl), hierro-constantán (Fe-CuNi), chromel-constantán (NiCr-CuNi), cobre-constantán (Cu-CuNi), platino-rodio (Pt-Rh), etc.

Los termopares se utilizan mucho como sensores en diferentes equipos destinados a medir, fundamentalmente, temperaturas muy altas, donde se hace imposible utilizar termómetros comunes no aptos para soportar temperaturas que alcanzan los miles de grados.

Efecto piezoeléctrico. Propiedad de algunos materiales como el cristal de cuarzo de generar una pequeña diferencia de potencial cuando se ejerce presión sobre ellos.

Una de las aplicaciones prácticas de esa propiedad es captar el sonido grabado en los antiguos discos de vinilo por medio de una aguja de zafiro, que al deslizarse por los surcos del disco en movimiento convierten sus variaciones de vaivén en corriente eléctrica de audiofrecuencia de muy baja tensión o voltaje, que se puede amplificar y oír a un nivel mucho más alto.



Cápsula piezoeléctrica de tocadiscos con aguja de zafiro.

Existe también un tipo de micrófono de cerámica, que igualmente convierte las variaciones de los sonidos que capta en corrientes de audiofrecuencia que pueden ser amplificadas, transmitidas o grabadas.

El efecto piezoeléctrico del cristal de cuarzo, por ejemplo, tiene también una función inversa, que es la de vibrar cuando en lugar de presionarlo le aplicamos una pequeña tensión o voltaje. En este caso la frecuencia de la vibración dependerá del valor de la tensión aplicada y del área que tenga el cristal sobre el cual se aplica.

El uso práctico más conocido de esta variante del efecto piezoeléctrico está en los relojes de cuarzo, fijar la frecuencia de trabajo del microprocesador en los ordenadores, fijar las frecuencias de transmisión de las estaciones de radio, etc.

El valor de la fuerza electromotriz (FEM) o diferencia de potencial, coincide con la tensión o voltaje que se manifiesta en un circuito eléctrico abierto, es decir, cuando no tiene carga conectada y no existe, por tanto, circulación de corriente.

La fuerza electromotriz se representa con la letra (**E**) y su unidad de medida es el volt (**V**). En algunos textos la tensión o voltaje puede aparecer representada también con la letra (**U**).

QUÉ ES EL VOLTAJE, TENSIÓN o DIFERENCIA DE POTENCIAL

Voltaje, tensión o diferencia de potencial

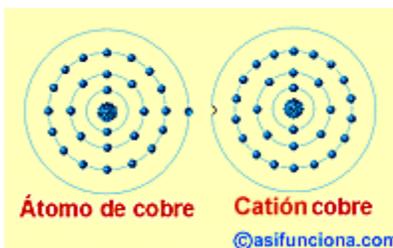
El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (**FEM**) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor.



Las cargas eléctricas en un circuito cerrado fluyen del polo negativo al polo positivo de la propia fuente de fuerza electromotriz.

La diferencia de potencial entre dos puntos de una fuente de FEM se manifiesta como la acumulación de cargas eléctricas negativas (*iones negativos o aniones*), con exceso de electrones en el polo negativo (–) y la acumulación de cargas eléctricas positivas (*iones positivos o cationes*), con defecto de electrones en el polo positivo (+) de la propia fuente de FEM.



A la izquierda podemos apreciar la estructura completa de un átomo de cobre (Cu) en estado "neutro", con un solo electrón girando en su última órbita y a la derecha un "ión" cobre, después que el átomo ha perdido el único electrón que posee en su órbita más externa. Debido a que en esas condiciones la carga positiva de los protones supera a las cargas negativas de los electrones que aún continúan girando en el resto de las órbitas, el ión se denomina en este caso "catión", por tener carga positiva.

En otras palabras, el voltaje, tensión o diferencia de potencial es el impulso que necesita una carga eléctrica para que pueda fluir por el conductor de un circuito eléctrico cerrado. Este

movimiento de las cargas eléctricas por el circuito se establece a partir del polo negativo de la fuente de FEM hasta el polo positivo de la propia fuente.

Fuentes de fuerza electromotriz

Como fuente de fuerza electromotriz se entiende cualquier dispositivo capaz de suministrar energía eléctrica dinámica, ya sea utilizando medios químicos, como las baterías, o electromecánicos, como ocurre con los generadores de corriente eléctrica.



Batería como las comúnmente utilizadas en coches y vehículos motorizados.



Generador sincrónico empleado para producir corriente alterna en centrales termoeléctricas de pequeño tamaño.

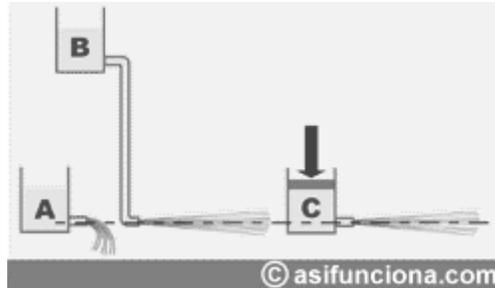
Existen también otros tipos de dispositivos como, por ejemplo, las fotoceldas o celdas solares, que convierten la luz en electricidad; los termopares, cuyos alambres transforman la alta temperatura que reciben en el punto de unión de dos de sus extremos en voltajes muy bajos, y los dispositivos piezoeléctricos, que también producen voltajes muy bajos cuando se ejerce una presión sobre ellos.

Mediante el uso de celdas solares se puede suministrar energía eléctrica a viviendas situadas en lugares muy apartados donde es imposible o poco rentable transmitirla por cables desde una central eléctrica.

Los termopares se utilizan como sensores en instrumentos electrónicos de precisión, como los destinados a medir, por ejemplo, temperatura en hornos y calderas. Los dispositivos piezoeléctricos constituyen, por su parte, la pieza fundamental para convertir las vibraciones

mecánicas que capta dicho dispositivo en pulsaciones eléctricas, como ocurre en algunos tipos de micrófonos y en las cápsulas de tocadiscos o giradiscos.

Analogía hidráulica con referencia a un circuito eléctrico



Analogía hidráulica con respecto a la tensión o voltaje. En la figura aparecen tres recipientes llenos de líquido, cuyos tubos de salida se encuentran todos al mismo nivel. Por la tubería del recipiente "B", el líquido saldrá con mayor presión que por la tubería del recipiente "A", por encontrarse el "B" a mayor altura. Lo mismo ocurre con el recipiente "C", que, aunque se encuentra al mismo nivel que el recipiente "A", cuando se ejerce presión con un émbolo sobre la superficie del líquido, éste saldrá también a mayor presión por el tubo.

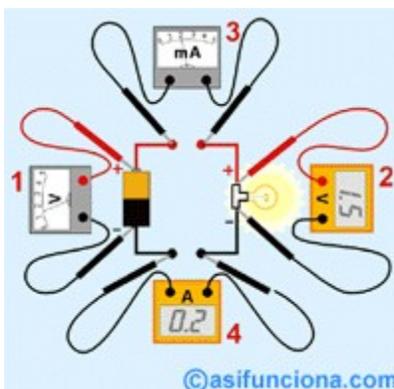
De forma parecida a esta analogía hidráulica actúa la fuente de fuerza electromotriz (FEM) para mover las cargas eléctricas por un conductor. A mayor presión que ejerza la fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones, mayor será también el voltaje, tensión o diferencia de potencial que estará presente en un determinado circuito eléctrico.

Si comparamos el circuito eléctrico con un sistema hidráulico, el voltaje sería algo similar a la presión que se ejerce sobre el líquido en una tubería para su bombeo. Si la presión del sistema hidráulico aumenta, la fuerza de la corriente del líquido que fluye por la tubería también aumenta. De igual forma, cuando se incrementa el voltaje, la intensidad de la corriente de electrones que fluye por el circuito eléctrico también aumenta, siempre que el valor de la resistencia se mantenga constante.

Medición de la tensión o voltaje

Para medir tensión o voltaje existente en una fuente de fuerza electromotriz (FEM) o en un circuito eléctrico, es necesario disponer de un instrumento de medición llamado voltímetro, que puede ser tanto del tipo analógico como digital.

El voltímetro se instala de forma paralela en relación con la fuente de suministro de energía eléctrica. Mediante un multímetro o "tester" que mida voltaje podemos realizar también esa medición. Los voltajes bajos o de baja tensión se miden en **volt** y se representa por la letra (**V**), mientras que los voltajes medios y altos (alta tensión) se miden en **kilovolt**, y se representan por las iniciales (**kV**).



1. Voltímetro analógico. 2. Voltímetro digital. 3. Miliamperímetro analógico. 4. Amperímetro digital. El voltímetro siempre se conecta en paralelo con la fuente de suministro de fuerza electromotriz, mientras que el amperímetro y el miliamperímetro se colocan en serie.

Diferencias entre la alta, baja y media tensión

Alta tensión. Se emplea para transportar altas tensiones a grandes distancias, desde las centrales generadoras hasta las subestaciones de transformadores. Su transportación se efectúa utilizando gruesos cables que cuelgan de grandes aisladores sujetos a altas torres metálicas. Las altas tensiones son aquellas que superan los 25 kV (kilovolt).

Media tensión. Son tensiones mayores de 1 kV y menores de 25 kV. Se emplea para transportar tensiones medias desde las subestaciones hasta las subestaciones o bancos de transformadores de baja tensión, a partir de los cuales se suministra la corriente eléctrica a las ciudades. Los cables de media tensión pueden ir colgados en torres metálicas, soportados en postes de madera o cemento, o encontrarse soterrados, como ocurre en la mayoría de las grandes ciudades.

Baja tensión. Tensiones inferiores a 1 kV que se reducen todavía más para que se puedan emplear en la industria, el alumbrado público y el hogar. Las tensiones más utilizadas en la industria son 220, 380 y 440 volt de corriente alterna y en los hogares entre 110 y 120 volt para la mayoría de los países de América y 220 volt para Europa.

Hay que destacar que las tensiones que se utilizan en la industria y la que llega a nuestras casas son alterna (C.A.), cuya frecuencia en América es de 60 ciclos o hertz (Hz), y en Europa de 50 ciclos o hertz.

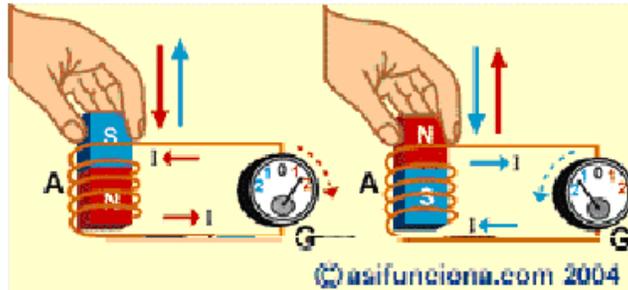
OTROS DATOS

Aunque desde hace años el Sistema Internacional de Medidas (SI) estableció oficialmente como “**volt**” el nombre para designar la unidad de medida del voltaje, tensión eléctrica o diferencia de potencial, en algunos países de habla hispana se le continúa llamando “voltio”.

El volt recibe ese nombre en honor al físico italiano [Alessandro Volta](#) (1745 – 1827), inventor de la pila eléctrica conocida como “pila de Volta”, elemento precursor de las actuales pilas y baterías eléctricas.

QUÉ ES LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA

Cuando movemos un imán permanente por el interior de una bobina solenoide formada por un enrollado de alambre de cobre con núcleo de aire, el campo magnético del imán provoca en las espiras del alambre la aparición de una fuerza electromotriz (**FEM**) o flujo de corriente de electrones. Este fenómeno se conoce como “inducción magnética”. La existencia de ese flujo de electrones o corriente eléctrica circulando por las espiras del alambre se puede comprobar instalando un galvanómetro (**G**) en el circuito de la bobina solenoide, tal como se muestra a continuación.



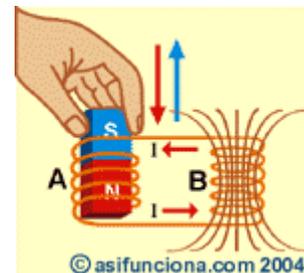
*Cuando movemos un imán permanente por el interior de las espiras de alambre de cobre de una bobina solenoide, se induce una fuerza electromotriz (**FEM**) o flujo de corriente eléctrica producida por el campo magnético que movemos manualmente. Por medio de un instrumento denominado galvanómetro (**G**) conectado al circuito de la bobina solenoide, se puede comprobar la existencia de esa fuerza electromotriz o corriente eléctrica circulando por las espiras del alambre de cobre. El galvanómetro constituye un instrumento destinado a medir corrientes eléctricas de muy poca tensión e intensidad.*

En la ilustración de la izquierda se puede apreciar que al introducir un imán permanente por el interior de la bobina solenoide (**A**), con el polo norte (**N**) hacia abajo, la aguja del galvanómetro (**G**) se desvía hacia la derecha. Pero si invertimos la polaridad del imán e introducimos su polo sur dentro de las espiras de la bobina, tal como se puede observar en la parte derecha de la misma ilustración, veremos que la aguja se desvía hacia el lado contrario, debido a que el sentido del movimiento del flujo de electrones por el alambre de cobre cambia al invertirse la polaridad del imán.

Si dejamos de mover el imán no se producirá inducción magnética alguna y la aguja del galvanómetro se detiene en “0”, indicando que tampoco hay flujo de corriente. Eso demuestra que para que exista inducción magnética y se genere una fuerza electromotriz (**FEM**) o corriente eléctrica en el enrollado de una bobina, no sólo se precisa la existencia de un campo magnético, sino que éste se encuentre en movimiento, para lo cual será necesario que el imán se desplace continuamente por el interior del enrollado de la bobina.

Si a continuación sustituimos el galvanómetro en el circuito de la bobina (**A**) e instalamos en su lugar otra bobina solenoide (**B**) y movemos de nuevo el imán por el interior de (**A**), se creará un campo “electromagnético” en (**B**), provocado por la corriente eléctrica que fluye ahora por las espiras de esa segunda bobina.

La generación de la corriente eléctrica o fuerza electromotriz que se produce por “inducción magnética” cuando movemos un imán por el interior de la bobina solenoide (A), provoca la circulación de corriente eléctrica por la bobina (B) y la aparición a su alrededor de un “campo electromagnético” durante todo el tiempo que mantengamos moviendo el imán por el interior de la bobina (A).

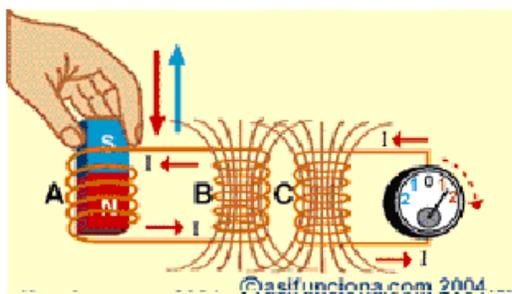


QUÉ ES LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Cuando movemos un imán permanente por el interior de las espiras de una bobina solenoide (A), formada por espiras de alambre de cobre, se genera de inmediato una fuerza electromotriz (FEM), es decir, aparece una corriente eléctrica fluyendo por las espiras de la bobina, producida por la “inducción magnética” del imán en movimiento.

Si al circuito de esa bobina (A) le conectamos una segunda bobina (B) a modo de carga eléctrica, la corriente al circular por esta otra bobina crea a su alrededor un “campo electromagnético”, capaz de inducir, a su vez, corriente eléctrica en una tercera bobina.

Por ejemplo, si colocamos una tercera bobina solenoide (C) junto a la bobina (B), sin que exista entre ambas ningún tipo de conexión ni física, ni eléctrica y conectemos al circuito de esta última un galvanómetro (G), observaremos que cuando movemos el imán por el interior de (A), la aguja del galvanómetro se moverá indicando que por las espiras de (C), fluye corriente eléctrica provocada, en este caso, por la “inducción electromagnética” que produce la bobina (B). Es decir, que el “campo magnético” del imán en movimiento produce “inducción magnética” en el enrollado de la bobina (B), mientras que el “campo electromagnético” que crea la corriente eléctrica que fluye por el enrollado de esa segunda bobina produce “inducción electromagnética” en una tercera bobina que se coloque a su lado.



El campo magnético del imán en movimiento dentro de la bobina solenoide (A), provoca que, por “inducción magnética”, se genere una corriente eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) en esa bobina. Si instalamos al circuito de (A) una segunda bobina (B), la corriente eléctrica que comenzará a circular por sus espiras, creará un “campo electromagnético” a su alrededor; capaz de inducir, a su vez, pero ahora por “inducción electromagnética”, una corriente eléctrica o fuerza electromotriz en otra bobina (C). La existencia de la corriente eléctrica que circulará por esa tercera bobina se podrá comprobar con la ayuda de un galvanómetro (G) conectado al circuito de esa última bobina.

Conectemos ahora una pila al circuito de una bobina solenoide (**S1**) y un galvanómetro al circuito de una segunda bobina solenoide (**S2**). El circuito que forman la pila y la bobina solenoide **S1** se encuentra cerrado por medio de un interruptor, por lo que la corriente que suministra la pila, al fluir por las espiras del alambre de cobre de la bobina, crea un campo magnético constante fijo a su alrededor, que no induce corriente alguna en la bobina **S2**, tal como se puede observar en la aguja del galvanómetro, que se mantiene en “0”.

Pero si ahora moviéramos la bobina **S1** hacia arriba y hacia abajo, manteniendo fija en su sitio a la bobina **S2**, el campo electromagnético de la bobina **S1**, ahora en movimiento, inducirá una corriente eléctrica en la bobina **S2**, cuyo flujo o existencia registrará la aguja del galvanómetro.

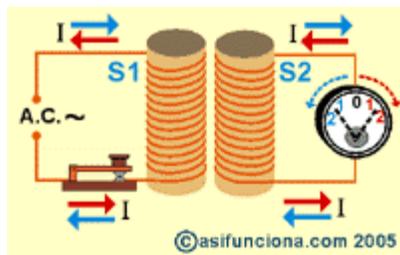


También, si en lugar de mover la bobina **S1** abrimos y cerramos ininterrumpidamente el interruptor del circuito de la pila, la fuerza contraelectromotriz que se crea cada vez que se abre el circuito interrumpiendo la formación del campo electromagnético, inducirá también una corriente eléctrica en la bobina **S2**, que registrará el movimiento de la aguja del galvanómetro.



Sin embargo, como se comprenderá para provocar la inducción magnética o la electromagnética no resulta nada práctico mantener un imán en movimiento por dentro de una bobina de forma manual, ni mover una bobina de igual forma, ni tampoco abrir y cerrar manualmente un interruptor para hacer que se induzca corriente eléctrica en otra bobina.

En la práctica, la solución tecnológica más utilizada es conectar una de las bobinas a una fuente de corriente alterna, para que el cambio constante de polaridad, propio de este tipo de corriente, provoque la formación de un campo electromagnético variable capaz de inducir por sí mismo corriente eléctrica, igualmente alterna, en otra bobina colocada a su lado.



*La corriente eléctrica alterna circulando por una bobina (**S1**) crea a su alrededor un campo electromagnético variable, capaz de inducir por sí mismo corriente alterna en otra bobina (**S2**) colocada a su lado.*

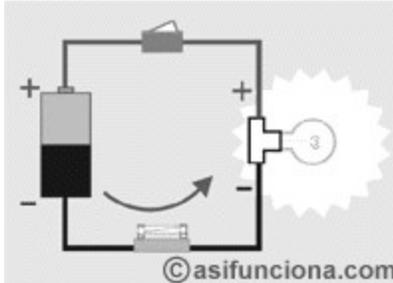
Normalmente la bobina S1 se denomina “enrollado primario”, mientras que la bobina S2 recibe el nombre de “enrollado secundario” y ambas constituyen la base del funcionamiento de los transformadores eléctricos. En ocasiones se pueden encontrar ambos enrollados colocados uno encima de otro formando una bobina de un solo cuerpo. Por otra parte, si en lugar tener la bobina el interior hueco (núcleo de aire) se enrolla sobre un núcleo de hierro, las líneas de fuerza electromagnéticas se intensifican, convirtiéndose en un electroimán, capaz de atraer cuerpos metálicos.

El fenómeno de la inducción electromagnética fue descubierto en 1831 por el físico inglés Michael Faraday (*Newington, Inglaterra, 1791 – Londres, 1867*).

QUÉ ES LA CORRIENTE ELÉCTRICA

LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).



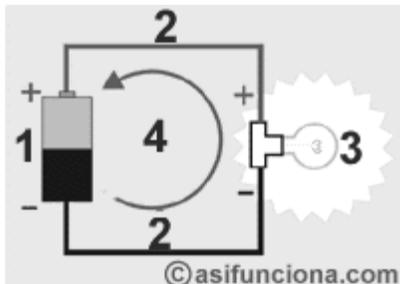
En un circuito eléctrico cerrado la corriente circula siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM),

Quizás hayamos oído hablar o leído en algún texto que el sentido convencional de circulación de la corriente eléctrica por un circuito es a la inversa, o sea, del polo positivo al negativo de la fuente de FEM. Ese planteamiento tiene su origen en razones históricas y no a cuestiones de la física y se debió a que en la época en que se formuló la teoría que trataba de explicar cómo fluía la corriente eléctrica por los metales, los físicos desconocían la existencia de los electrones o cargas negativas.

Al descubrirse los electrones como parte integrante de los átomos y principal componente de las cargas eléctricas, se descubrió también que las cargas eléctricas que proporciona una fuente de FEM (Fuerza Electromotriz), se mueven del signo negativo (–) hacia el positivo (+), de acuerdo con la ley física de que "cargas distintas se atraen y cargas iguales se rechazan". Debido al desconocimiento en aquellos momentos de la existencia de los electrones, la comunidad científica acordó que, convencionalmente, la corriente eléctrica se movía del polo positivo al negativo, de la misma forma que hubieran podido acordar lo contrario, como realmente ocurre. No obstante en la práctica, ese "error histórico" no influye para nada en lo que al estudio de la corriente eléctrica se refiere.

REQUISITOS PARA QUE CIRCULE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Para que una corriente eléctrica circule por un circuito es necesario que se disponga de tres factores fundamentales:



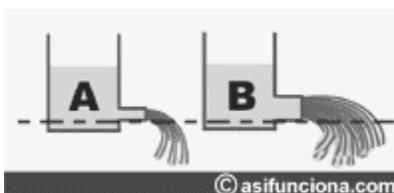
1. Fuente de fuerza electromotriz (FEM). 2. Conductor. 3. Carga o resistencia conectada al circuito. 4. Sentido de circulación de la corriente eléctrica.

1. Una fuente de fuerza electromotriz (FEM) como, por ejemplo, una batería, un generador o cualquier otro dispositivo capaz de bombear o poner en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierre el circuito eléctrico.
2. Un camino que permita a los electrones fluir, ininterrumpidamente, desde el polo negativo de la fuente de suministro de energía eléctrica hasta el polo positivo de la propia fuente. En la práctica ese camino lo constituye el conductor o cable metálico, generalmente de cobre.
3. Una carga o consumidor conectada al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Se entiende como carga cualquier dispositivo que para funcionar consume energía eléctrica como, por ejemplo, una bombilla o lámpara para alumbrado, el motor de cualquier equipo, una resistencia que produzca calor (calefacción, cocina, secador de pelo, etc.), un televisor o cualquier otro equipo electrodoméstico o industrial que funcione con corriente eléctrica.

Cuando las cargas eléctricas circulan normalmente por un circuito, sin encontrar en su camino nada que interrumpa el libre flujo de los electrones, decimos que estamos ante un "circuito eléctrico cerrado". Si, por el contrario, la circulación de la corriente de electrones se interrumpe por cualquier motivo y la carga conectada deja de recibir corriente, estaremos ante un "circuito eléctrico abierto". Por norma general todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un interruptor que se instala en el camino de la corriente eléctrica en el propio circuito con la finalidad de impedir su paso cuando se acciona manual, eléctrica o electrónicamente.

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohm que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si una carga ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor en comparación con otra carga que ofrezca mayor resistencia y obstaculice más el paso de los electrones.



Analogía hidráulica. El tubo del depósito "A", al tener un diámetro reducido, ofrece más resistencia a la salida del líquido que el tubo del tanque "B", que tiene mayor diámetro. Por tanto, el caudal o cantidad de agua que sale por el tubo "B" será mayor que la que sale por el tubo "A".

Mediante la representación de una analogía hidráulica se puede entender mejor este concepto. Si tenemos dos depósitos de líquido de igual capacidad, situados a una misma altura, el caudal de salida de líquido del depósito que tiene el tubo de salida de menos diámetro será menor que el caudal que proporciona otro depósito con un tubo de salida de más ancho o diámetro, pues este último ofrece menos resistencia a la salida del líquido.

De la misma forma, una carga o consumidor que posea una resistencia de un valor alto en ohm,

provocará que la circulación de los electrones se dificulte igual que lo hace el tubo de menor diámetro en la analogía hidráulica, mientras que otro consumidor con menor resistencia (caso del tubo de mayor diámetro) dejará pasar mayor cantidad de electrones. La diferencia en la cantidad de líquido que sale por los tubos de los dos tanques del ejemplo, se asemeja a la mayor o menor cantidad de electrones que pueden circular por un circuito eléctrico cuando se encuentra con la resistencia que ofrece la carga o consumidor.

La intensidad de la corriente eléctrica se designa con la letra (**I**) y su unidad de medida en el Sistema Internacional (**SI**) es el **ampere** (llamado también “amperio”), que se identifica con la letra (**A**).

Mediante la representación de una analogía hidráulica se puede entender mejor este concepto. Si tenemos dos depósitos de líquido de igual capacidad, situados a una misma altura, el caudal de salida de líquido del depósito que tiene el tubo de salida de menos diámetro será menor que el caudal que proporciona otro depósito con un tubo de salida de más ancho o diámetro, pues este último ofrece menos resistencia a la salida del líquido.

De la misma forma, una carga o consumidor que posea una resistencia de un valor alto en ohm, provocará que la circulación de los electrones se dificulte igual que lo hace el tubo de menor diámetro en la analogía hidráulica, mientras que otro consumidor con menor resistencia (caso del tubo de mayor diámetro) dejará pasar mayor cantidad de electrones. La diferencia en la cantidad de líquido que sale por los tubos de los dos tanques del ejemplo, se asemeja a la mayor o menor cantidad de electrones que pueden circular por un circuito eléctrico cuando se encuentra con la resistencia que ofrece la carga o consumidor.

La intensidad de la corriente eléctrica se designa con la letra (**I**) y su unidad de medida en el Sistema Internacional (**SI**) es el **ampere** (llamado también “amperio”), que se identifica con la letra (**A**).

EL AMPERE

De acuerdo con la Ley de Ohm, la corriente eléctrica en ampere (**A**) que circula por un circuito está estrechamente relacionada con el voltaje o tensión (**V**) y la resistencia en ohm (Ω) de la carga o consumidor conectado al circuito.

br>

Definición del ampere

Un ampere (**1 A**) se define como la corriente que produce una tensión de un volt (**1 V**), cuando se aplica a una resistencia de un ohm (**1 Ω**).

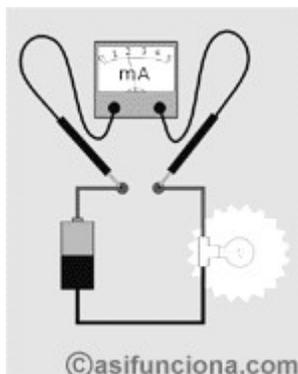
Un ampere equivale una carga eléctrica de un coulomb por segundo (1C/seg.) circulando por un circuito eléctrico, o lo que es igual, **6 300 000 000 000 000 000 = (6,3 · 10¹⁸)** (seis mil trescientos billones) de electrones por segundo fluyendo por el conductor de dicho circuito. Por tanto, la intensidad (**I**) de una corriente eléctrica equivale a la cantidad de carga eléctrica (**Q**) en coulomb que fluye por un circuito cerrado en una unidad de tiempo.

Los submúltiplos más utilizados del ampere son los siguientes:

miliampere (**mA**) = 10^{-3} A = 0,001 ampere

microampere (**µA**) = 10^{-6} A = 0,000 000 1 ampere

MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA O AMPERAJE



La medición de la corriente que fluye por un circuito cerrado se realiza por medio de un amperímetro o un miliamperímetro, según sea el caso, conectado en serie en el propio circuito eléctrico. Para medir ampere se emplea el "amperímetro" y para medir milésimas de ampere se emplea el miliamperímetro.

La intensidad de circulación de corriente eléctrica por un circuito cerrado se puede medir por medio de un amperímetro conectado en serie con el circuito o mediante inducción electromagnética utilizando un amperímetro de gancho. Para medir intensidades bajas de corriente se puede utilizar también un multímetro que mida miliampere (mA).



Amperímetro de gancho



Multímetro digital



Multímetro analógico

El ampere como unidad de medida se utiliza, fundamentalmente, para medir la corriente que circula por circuitos eléctricos de fuerza en la industria, o en las redes eléctricas doméstica, mientras que los submúltiplos se emplean mayormente para medir corrientes de poca intensidad que circulan por los circuitos electrónicos.

TIPOS DE CORRIENTE ELÉCTRICA

En la práctica, los dos tipos de corrientes eléctricas más comunes son: corriente directa (**CD**) o continua y corriente alterna (**CA**). La corriente directa circula siempre en un solo sentido, es decir, del polo negativo al positivo de la fuente de fuerza electromotriz (**FEM**) que la suministra. Esa corriente mantiene siempre fija su polaridad, como es el caso de las pilas, baterías y dinamos.



Gráfico de una corriente directa (C.D.) o continua (C.C.).

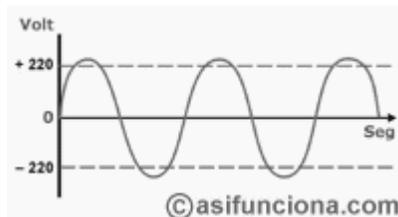


Gráfico de la sinusoide que posee una corriente alterna (C.A.).

La corriente alterna se diferencia de la directa en que cambia su sentido de circulación periódicamente y, por tanto, su polaridad. Esto ocurre tantas veces como frecuencia en hertz (**Hz**) tenga esa corriente. A la corriente directa (**C.D.**) también se le llama "corriente continua" (**C.C.**).

La corriente alterna es el tipo de corriente más empleado en la industria y es también la que consumimos en nuestros hogares. La corriente alterna de uso doméstico e industrial cambia su polaridad o sentido de circulación 50 ó 60 veces por segundo, según el país de que se trate. Esto se conoce como frecuencia de la corriente alterna.

En los países de Europa la corriente alterna posee 50 ciclos o hertz (Hz) por segundo de frecuencia, mientras que los en los países de América la frecuencia es de 60 ciclos o hertz.

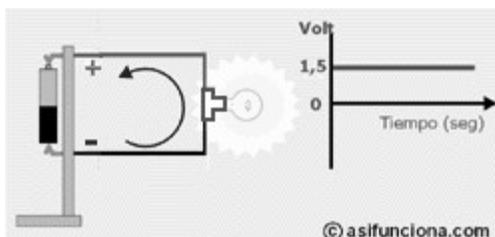
OTROS DATOS

Aunque desde hace años el Sistema Internacional de Medidas (SI) estableció oficialmente como "**ampere**" el nombre para designar la unidad de medida del amperaje o intensidad de la corriente eléctrica, en algunos países de habla hispana se le continúa llamando "amperio". El **ampere** recibe ese nombre en honor al físico y matemático francés [André-Marie Ampère](#) (1775 – 1836), quien demostró que la corriente eléctrica, al circular a través de un conductor, producía un campo magnético a su alrededor. Este físico formuló también la denominada "Ley de Ampere".

QUÉ ES LA CORRIENTE ALTERNA

LA CORRIENTE ALTERNA (C.A.)

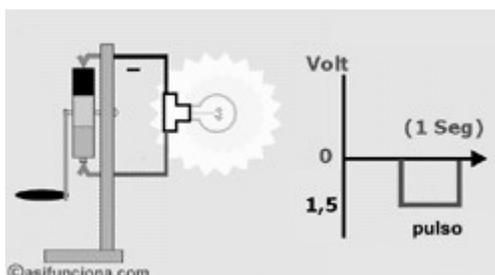
Además de la existencia de fuentes de FEM de corriente directa o continua (C.D.) (como la que suministran las pilas o las baterías, cuya tensión o voltaje mantiene siempre su polaridad fija), se genera también otro tipo de corriente denominada alterna (C.A.), que se diferencia de la directa por el cambio constante de polaridad que efectúa por cada ciclo de tiempo.



Una pila o batería constituye una fuente de suministro de corriente directa, porque su polaridad se mantiene siempre fija.

La característica principal de una corriente alterna es que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos o hertz por segundo posea esa corriente. No obstante, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo, tal como ocurre en las fuentes de FEM que suministran corriente directa.

Veamos un ejemplo práctico que ayudará a comprender mejor el concepto de corriente alterna:



Corriente alterna pulsante de un ciclo o hertz (Hz) por segundo.

Si hacemos que la pila del ejemplo anterior gire a una determinada velocidad, se producirá un cambio constante de polaridad en los bornes donde hacen contacto los dos polos de dicha pila. Esta acción hará que se genere una corriente alterna tipo pulsante, cuya frecuencia dependerá de la cantidad de veces que se haga girar la manivela a la que está sujeta la pila para completar una o varias vueltas completas durante un segundo.

En este caso si hacemos una representación gráfica utilizando un eje de coordenadas para la tensión o voltaje y otro eje para el tiempo en segundos, se obtendrá una corriente alterna de forma rectangular o pulsante, que parte primero de cero volt, se eleva a 1,5 volt, pasa por "0" volt, desciende para volver a 1,5 volt y comienza a subir de nuevo para completar un ciclo al pasar otra vez por cero volt.

Si la velocidad a la que hacemos girar la pila es de una vuelta completa cada segundo, la frecuencia de la corriente alterna que se obtiene será de un ciclo o hertz por segundo (1 Hz). Si aumentamos ahora la velocidad de giro a 5 vueltas por segundo, la frecuencia será de 5 ciclos o hertz por segundo (5 Hz). Mientras más rápido hagamos girar la manivela a la que está sujeta la pila, mayor será la frecuencia de la corriente alterna pulsante que se obtiene.

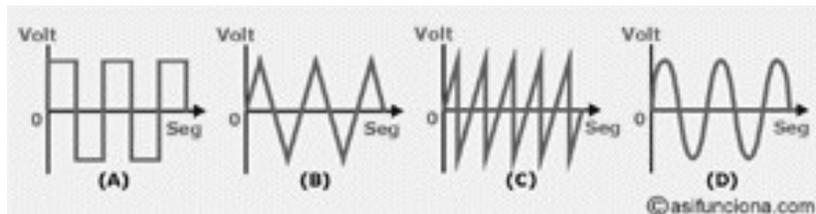
Seguramente sabrás que la corriente eléctrica que llega a nuestras casas para hacer funcionar las luces, los equipos electrodomésticos, electrónicos, etc. es, precisamente, alterna, pero en lugar de pulsante es del tipo sinusoidal o senoidal.

En Europa la corriente alterna que llega a los hogares es de 220 volt y tiene una frecuencia de 50 Hz, mientras que en la mayoría de los países de América la tensión de la corriente es de 110 ó 120 volt, con una frecuencia de 60 Hz. La forma más común de generar corriente alterna es empleando grandes generadores o alternadores ubicados en plantas termoeléctricas, hidroeléctricas o centrales atómicas.

FORMAS DIFERENTES DE CORRIENTE ALTERNA

De acuerdo con su forma gráfica, la corriente alterna puede ser:

- Rectangular o pulsante
- Triangular
- Diente de sierra
- Sinusoidal o senoidal



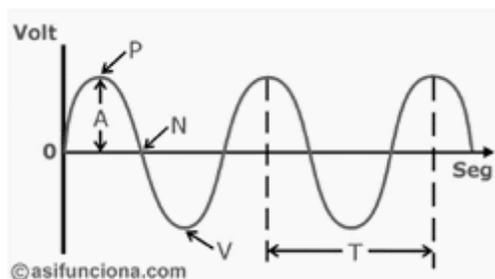
(A) Onda rectangular o pulsante. (B) Onda triangular. (C) Onda diente de sierra. (D) Onda sinusoidal o senoidal.

De todas estas formas, la onda más común es la sinusoidal o senoidal.

Cualquier corriente alterna puede fluir a través de diferentes dispositivos eléctricos, como pueden ser resistencias, bobinas, condensadores, etc., sin sufrir deformación.

La onda con la que se representa gráficamente la corriente sinusoidal recibe ese nombre porque su forma se obtiene a partir de la función matemática de seno.

En la siguiente figura se puede ver la representación gráfica de una onda sinusoidal y las diferentes partes que la componen:



De donde:

- A** = Amplitud de onda
- P** = Pico o cresta
- N** = Nodo o valor cero
- V** = Valle o vientre
- T** = Período

Amplitud de onda: máximo valor que toma una corriente eléctrica. Se llama también valor de pico o valor de cresta.

Pico o cresta: punto donde la sinusoide alcanza su máximo valor.

Nodo o cero: punto donde la sinusoide toma valor "0".

Valle o vientre: punto donde la sinusoide alcanza su mínimo valor.

Período: tiempo en segundos durante el cual se repite el valor de la corriente. Es el intervalo que separa dos puntos sucesivos de un mismo valor en la sinusoide. El período es lo inverso de la frecuencia y, matemáticamente, se representa por medio de la siguiente fórmula

$$T = 1 / F$$

Como ya se vio anteriormente, la frecuencia no es más que la cantidad de ciclos por segundo o hertz (Hz), que alcanza la corriente alterna. Es el inverso del período y, matemáticamente, se representa de la manera siguiente:

$$F = 1 / T$$

MÚLTIPLOS DEL HERTZ Y VENTAJAS DE LA CORRIENTE ALTERNA

MULTIPLS DE HERTZ (Hz)

Kilohertz (kHz) = 10^3 Hz = 1 000 Hz

Megahertz (MHz) = 10^6 Hz = 1 000 000 Hz

Gigahertz (GHz) = 10^9 Hz = 1 000 000 000 Hz

VENTAJAS DE LA CORRIENTE ALTERNA

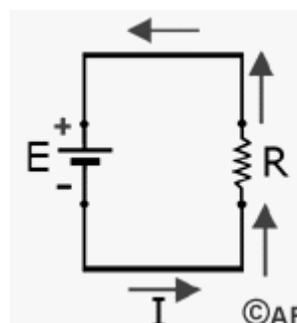
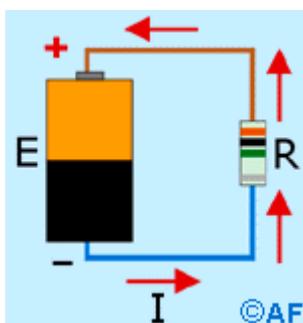
Entre algunas de las ventajas de la corriente alterna, comparada con la corriente directa o continua, tenemos las siguientes:

- Permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión por medio de transformadores.
- Se transporta a grandes distancias con poca de pérdida de energía.
- Es posible convertirla en corriente directa con facilidad.
- Al incrementar su frecuencia por medios electrónicos en miles o millones de ciclos por segundo (frecuencias de radio) es posible transmitir voz, imagen, sonido y órdenes de control a grandes distancias, de forma inalámbrica.
- Los motores y generadores de corriente alterna son estructuralmente más sencillos y fáciles de mantener que los de corriente directa.

COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

Para decir que existe un circuito eléctrico cualquiera, es necesario disponer siempre de tres componentes o elementos fundamentales:

1. Una fuente (**E**) de fuerza electromotriz (FEM), que suministre la energía eléctrica necesaria en **volt**.
2. El flujo de una intensidad (**I**) de corriente de electrones en **ampere**.
3. Existencia de una resistencia o carga (**R**) en **ohm**, conectada al circuito, que consuma la energía que proporciona la fuente de fuerza electromotriz y la transforme en energía útil, como puede ser, encender una lámpara, proporcionar frío o calor, poner en movimiento un motor, amplificar sonidos por un altavoz, reproducir imágenes en una pantalla, etc.



Izquierda: circuito eléctrico compuesto por una fuente de fuerza electromotriz (**FEM**), representada por una pila; un flujo de corriente (**I**) y una resistencia o carga eléctrica (**R**).
Derecha: el mismo circuito eléctrico representado de forma esquemática.

Si no se cuentan con esos tres componentes, no se puede decir que exista un circuito eléctrico.

Los circuitos pueden ser simples, como el de una bombilla de alumbrado o complejo como los que emplean los dispositivos electrónicos.



Izquierda: circuito eléctrico simple compuesto por una bombilla incandescente conectada a una fuente de FEM doméstica.
Derecha: circuito eléctrico complejo integrado por componentes electrónicos.

Unidades de medida de los componentes que afectan al circuito eléctrico

La tensión que la fuente de energía eléctrica proporciona al circuito, se mide en **volt** y se representa con la letra (**V**). La intensidad del flujo de la corriente (**I**), se mide en **ampere** y se representa con la letra (**A**). La resistencia (**R**) de la carga o consumidor conectado al propio circuito, se mide en **ohm** y se representa con la letra griega omega (Ω). Estos tres componentes están muy íntimamente relacionados entre sí y los valores de sus parámetros varían proporcionalmente de acuerdo con la Ley de Ohm. El cambio del parámetro de uno de ellos, implica el cambio inmediato de parámetro de los demás.

Las unidades de medidas del circuito eléctrico tienen también múltiplos y submúltiplos como, por ejemplo, el kilovolt (**kV**), milivolt (**mV**), miliampere (**mA**), kilohm (**k Ω**) y megohm (**M Ω**).

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

El funcionamiento de un circuito eléctrico es siempre el mismo ya sea éste simple o complejo. El voltaje, tensión o diferencia de potencial (V) que suministra la fuente de fuerza electromotriz (FEM) a un circuito se caracteriza por tener normalmente un valor fijo. En dependencia de la mayor o menor resistencia en ohm (Ω) que encuentre el flujo de corriente de electrones al recorrer el circuito, así será su intensidad en ampere (A).

Una vez que la corriente de electrones logra vencer la resistencia (R) que ofrece a su paso el consumidor o carga conectada al circuito, retorna a la fuente de fuerza electromotriz por su polo positivo. El flujo de corriente eléctrica o de electrones se mantendrá circulando por el circuito hasta tanto no se accione el interruptor que permite detenerlo.

Tensión de trabajo de un dispositivo o equipo

La tensión o voltaje de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), depende de las características que tenga cada una de ellas en particular. Existen equipos o dispositivos cuyos circuitos se diseñan para trabajar con voltajes muy bajos, como los que emplean baterías, mientras otros se diseñan para que funcionen conectados en un enchufe de la red eléctrica industrial o doméstica.

Taladro eléctrico de mano, que funciona con batería.

Por tanto, podemos encontrar equipos o dispositivos electrodomésticos y herramientas de mano, que funcionan con baterías de 1,5; 3, 6, 9, 12, 18, 24 volt, etc. Un ejemplo lo tenemos en el taladro de la foto derecha que funciona con corriente eléctrica directa suministrada por batería, sin que tenga que estar conectado a una red de corriente eléctrica externa. Existen también otros dispositivos y equipos para vehículos automotores, que funcionan con baterías de 12 ó 24 volt.



En la industria se utilizan otros equipos y dispositivos, cuyos circuitos eléctricos funcionan con 220, 380 ó 440 volt de corriente alterna (según el país de que se trate). En los hogares empleamos aparatos electrodomésticos que funcionan con 110-120 ó 220 volt de corriente alterna (también en dependencia del país de que se trate).

Carga o consumidor de energía eléctrica

Cualquier circuito de alumbrado, motor, equipo electrodoméstico, aparato electrónico, etc., ofrece siempre una mayor o menor resistencia al paso de la corriente, por lo que al conectarse a una fuente de fuerza electromotriz se considera como una carga o consumidor de energía eléctrica.

La resistencia que ofrece un consumidor al flujo de la corriente de electrones se puede comparar con lo que ocurre cuando los tubos de una instalación hidráulica sufren la reducción de su diámetro interior debido a la acumulación de sedimentos. Al quedar reducido su diámetro, el fluido hidráulico encuentra más resistencia para pasar, disminuyendo el caudal que fluye por su interior.

De la misma forma, mientras más alto sea el valor en ohm de una resistencia o carga conectada en el circuito eléctrico, la circulación de electrones o amperaje de la corriente eléctrica disminuye, siempre y cuando la tensión o voltaje aplicado se mantenga constante.

Sentido de la circulación de la corriente de electrones en el circuito eléctrico

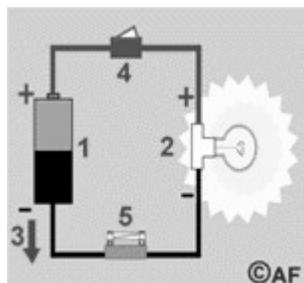
En un circuito eléctrico de corriente directa o continua, como el que proporciona una pila, batería, dinamo, generador, etc., el flujo de corriente de electrones circulará siempre del polo negativo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM) al polo positivo de la propia fuente.

En los circuitos de corriente alterna que proporcionan los generadores de las centrales eléctricas, por ejemplo, la polaridad y el flujo de la corriente cambia constantemente de sentido tantas veces en un segundo como frecuencia posea.

En América la frecuencia de la corriente alterna es de 60 ciclos o hertz (Hz) por segundo, mientras que en Europa es de 50 Hz. No obstante, tanto para la corriente directa como para la alterna, el sentido del flujo de la corriente de electrones será siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de FEM.

Componentes adicionales de un circuito

Para que un circuito eléctrico se considere completo, además de incluir la imprescindible tensión o voltaje que proporciona la fuente de FEM y tener conectada una carga o resistencia, generalmente se le incorpora también otros elementos adicionales como, por ejemplo, un interruptor que permita que al cerrarlo circule la corriente o al abrirlo deje de circular, así como un fusible que lo proteja de cortocircuitos.



1. Fuente de fuerza electromotriz (batería). 2. Carga o resistencia (lámpara). 3. Flujo de la corriente eléctrica. 4. Interruptor. 5. Fusible.

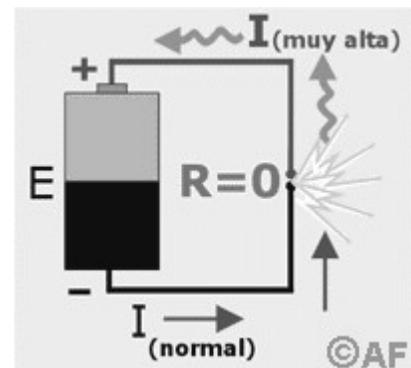
EL CORTOCIRCUITO

Si por casualidad en un circuito eléctrico unimos o se unen accidentalmente los extremos o cualquier parte metálica de dos conductores de diferente polaridad que hayan perdido su recubrimiento aislante, la resistencia en el circuito se anula y el equilibrio que proporciona la Ley de Ohm se pierde.

El resultado se traduce en una elevación brusca de la intensidad de la corriente, un incremento violentamente excesivo de calor en el cable y la producción de lo que se denomina “cortocircuito”.

La temperatura que produce el incremento de la intensidad de corriente en ampere cuando ocurre un cortocircuito es tan grande que puede llegar a derretir el forro aislante de los cables o conductores, quemar el dispositivo o equipo de que se trate si éste se produce en su interior, o llegar, incluso, a producir un incendio.

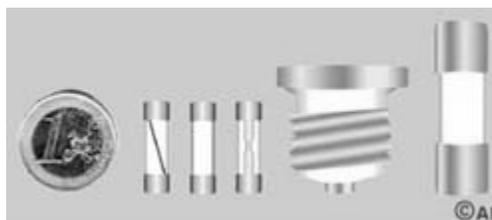
Cortocircuito producido por la unión accidental de dos cables o conductores de polaridades diferentes.



Dispositivos de protección contra los cortocircuitos

Para proteger los circuitos eléctricos de los “cortocircuitos” existen diferentes dispositivos de protección. El más común es el fusible. Este dispositivo normalmente posee en su interior una lámina metálica o un hilo de metal fusible como, por ejemplo, plomo.

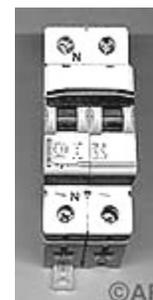
Cuando el fusible tiene que soportar la elevación brusca de una corriente en ampere, superior a la que puede resistir en condiciones normales de trabajo, el hilo o la lámina se funde y el circuito se abre inmediatamente, protegiéndolo de que surjan males mayores. El resultado de esa acción es similar a la función que realiza un interruptor, que cuando lo accionamos deja de fluir de inmediato la corriente.



Diferentes tipos de fusibles comparados su tamaño con una moneda de un euro. De izquierda a derecha, fusible de cristal con un fino alambre en su interior que se funde cuando ocurre un cortocircuito. A continuación un fusible de cerámica. A su lado se puede observar la lámina fusible que contiene en su interior. Le sigue un fusible de cerámica tipo tapón con rosca y

lámina de plomo en su interior. Finalmente un cartucho de cerámica empleado para soportar corrientes más altas que los anteriores.

Los fusibles se utilizan, principalmente, para proteger circuitos de equipos electrónicos y en las redes eléctricas de las industrias. Para proteger la línea de corriente eléctrica que llega hasta nuestras casas, en muchos lugares estos sencillos dispositivos se han sustituido por interruptores diferenciales e interruptores automáticos, que realizan la misma función que el fusible, pero que no hay que sustituirlos por otro nuevo cuando ocurre un cortocircuito. En foto de la derecha se puede ver un interruptor automático de protección contra cortocircuitos.



la

Cuando los circuitos están protegidos por un diferencial y por interruptores automáticos, una vez que queda resuelta la avería que ocasionó que se abriera el circuito, solamente será necesario accionar su palanquita, tal como se hace con cualquier interruptor común, y se restablecerá de nuevo el suministro de corriente.

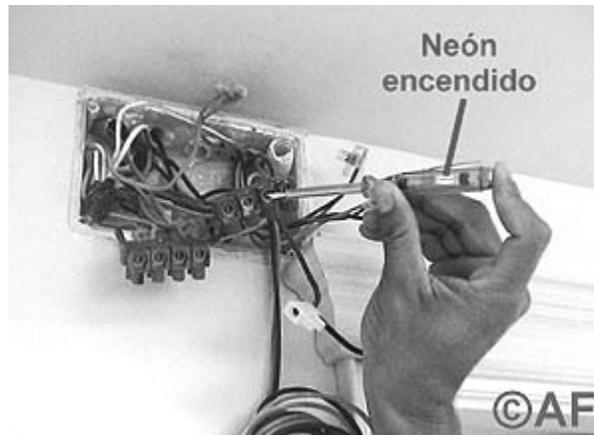
Tanto los fusibles como los dispositivos automáticos se ajustan de fábrica para trabajar a una tensión o voltaje y a una carga en ampere determinada, para lo cual incorporan un dispositivo térmico que abre el mecanismo de conexión al circuito cuando la intensidad de la corriente sobrepasa los límites previamente establecidos.

PRECAUCIONES AL TRABAJAR EN CIRCUITOS CON CORRIENTE

Se debe aclarar que las tensiones o voltajes que suministran los equipos o dispositivos que trabajan con baterías no representan ningún riesgo para la vida humana; sin embargo cuando se realizan trabajos en una red eléctrica industrial o doméstica, la cosa cambia, pues un "shock" eléctrico que se reciba por descuido, más conocido como "calambrazo" o "corrientazo", puede llegar a electrocutar a una persona y costarle la vida, incluso tratándose de voltajes bajos como 110 volt. Por esa razón nunca serán excesivas todas las precauciones que se tomen cuando asumamos la tarea de realizar una reparación en el circuito eléctrico de la casa.

La primera regla que nunca se debe violar antes de acometer un trabajo de electricidad es cortar el suministro eléctrico accionando manualmente el dispositivo principal de entrada de la corriente a la casa, sea éste un diferencial, un interruptor automático, un interruptor de cuchillas con fusibles o cualquier otro mediante el cual se pueda interrumpir el paso de la corriente eléctrica hacia el resto de la casa. No obstante, siempre se debe verificar con una lámpara neón si realmente no llega ya corriente al lugar donde vamos a trabajar, porque en ocasiones hay líneas eléctricas divididas por secciones, por lo que al desconectar una el resto queda todavía con corriente.

Cuando trabajamos con corriente eléctrica nunca está de más tomar el máximo de precauciones. Siempre es recomendable comprobar después que hayamos desconectado la línea de suministro eléctrico, que no llega ya la corriente al lugar donde vamos a trabajar utilizando para ello una lámpara neón, como se puede apreciar en la foto. En este ejemplo la lámpara neón se encuentra incorporada dentro del cabo plástico de un destornillador. Si al tocar cualquier punto de conexión o extremo de un cable desnudo con la punta del destornillador se enciende la lámpara, será una señal de que ahí hay corriente eléctrica todavía. Para que la lámpara se encienda cuando hay corriente, debemos tocar también con el dedo índice el extremo metálico del mango del destornillador.



Cuando se trata de reparar un equipo eléctrico o un electrodoméstico cualquiera, igualmente la primera precaución que será necesario tomar es desconectarlo de su enchufe a la corriente eléctrica antes de proceder a abrirlo. Pero si, además, se trata de un equipo electrónico, sobre todo un televisor, habrá que esperar varios minutos antes de abrir la caja, porque en esos equipos existen determinados puntos o conexiones en los circuitos correspondientes al tubo de rayos catódicos (pantalla), que conservan una carga de tensión o voltaje muy alto, pudiendo electrocutar a una persona si se tocan accidentalmente antes de que los filtros electrolíticos se auto descarguen por completo.

ASÍ FUNCIONA LA LÁMPARA INCANDESCENTE

INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento de la humanidad, la única fuente de luz y calor que conoció el hombre fue el Sol. Cuando éste descubrió el fuego, lo utilizó igualmente, durante miles de años, como fuente de luz artificial y como una forma de proporcionarse calor.

Se supone que fue en Mesopotamia, 7000 años a.C., la época en que nuestros remotos antepasados comenzaron a utilizar lámparas de terracota con aceite como combustible para alumbrarse, en sustitución de las antorchas de leña que habían utilizado hasta entonces. Posteriormente, alrededor del año 400 d.C. los fenicios comenzaron a emplear las conocidas velas de cera, que han perdurado hasta nuestros días con la misma función de proporcionarnos luz o ambientar un sitio. Muchos años después, alrededor de 1798 se comienza a utilizar el gas como combustible en las lámparas para alumbrado y a partir de mediados del siglo XIX se le da el mismo uso al petróleo.



Durante el propio siglo XIX, los físicos se empeñaron en encontrarle aplicación práctica a la corriente eléctrica poniendo todo su empeño en crear un dispositivo que fuera capaz de emitir luz artificial. El primer experimento dirigido a ese objetivo lo realizó en 1840 el químico británico Sir Humphry Davy. Como resultado de sus experimentos logró obtener incandescencia en un fino hilo de platino cuando le hacía atravesar una corriente eléctrica, pero por no encontrarse protegido al vacío, el metal se fundía o volatilizaba debido al contacto directo con el aire. Diez años después, en 1850, se obtuvo iluminación artificial por arco eléctrico, técnica que aún se continúa utilizando fundamentalmente en escenarios de diferentes tipos de espectáculos artísticos

Pero el primer dispositivo eléctrico de iluminación artificial que permitió verdaderamente su comercialización alcanzando inmediata popularidad fue la lámpara de filamento incandescente desarrollada simultáneamente por el británico Sir Joseph Swan y por el inventor norteamericano [Thomas Alva Edison](#), aunque la patente de invención se le otorgó a este último en 1878.

Desde su creación la lámpara eléctrica incandescente no ha sufrido prácticamente variación alguna en su concepto original. Posiblemente sea éste el dispositivo eléctrico más sencillo y longevo que existe y el que más aporte ha brindado también al desarrollo de la humanidad.



Diferentes tipos de lámparas incandescentes.

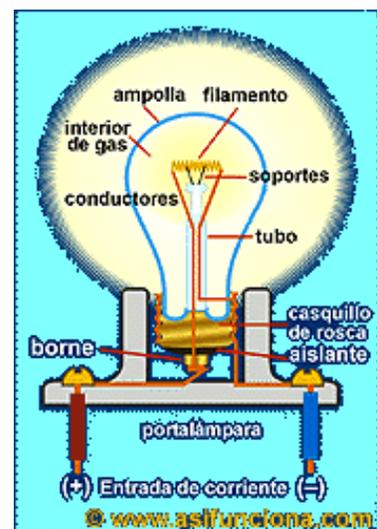
ELEMENTOS DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE



Como se puede apreciar al observar una lámpara incandescente normal, ésta posee una estructura extremadamente sencilla. Consta de un casquillo metálico con rosca (en algunos casos liso, tipo bayoneta) y un borne en su extremo, aislado del casquillo. Tanto el casquillo como el borne permiten la conexión a los polos negativo y positivo de una fuente de corriente eléctrica. Lo más común es conectar la parte del casquillo al polo negativo y el borne al polo positivo de la fuente.

Al casquillo metálico de la lámpara (con rosca o del tipo bayoneta) y al borne situado en su extremo, se encuentran soldados dos alambres de cobre que se insertan después por el interior de un tubo hueco de cristal ubicado internamente en la parte central de una ampolla del mismo material y de la cual forma parte. Cerca del extremo cerrado de ese tubo hueco los dos alambres lo atraviesan y a sus puntas se sueldan los extremos del filamento de tungsteno. La bombilla de cristal se sella al vacío y en su interior se inyecta un gas inerte como, por ejemplo, argón (Ar), que ayuda a prolongar la vida del filamento.

La cantidad de luz que emite una lámpara incandescente depende fundamentalmente de la potencia que tenga en watt. La longitud del alambre del filamento, y el tamaño y forma de la bombilla de cristal dependen directamente también de la potencia que tenga la lámpara, por lo que una de 25 watt será mucho más pequeña si la comparamos con otra de 500 watt

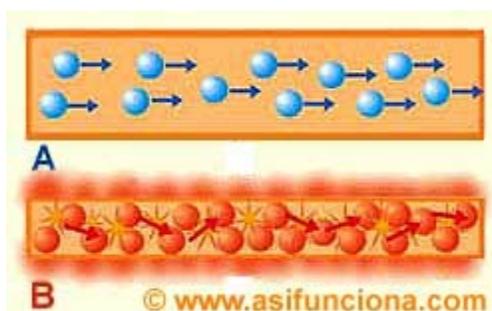


FUNCIONAMIENTO DE LA LÁMPARA INCANDESCENTE

En la mayoría de los casos junto con la luz se genera también calor, siendo esa la forma más común de excitar los átomos de un filamento para que emita fotones y alcance el estado de incandescencia.

Normalmente cuando la corriente fluye por un cable en un circuito eléctrico cerrado, disipa siempre energía en forma de calor debido a la fricción o choque que se produce entre los electrones en movimiento. Si la temperatura del metal que compone un cable se eleva excesivamente, el forro que lo protege se derrite, los alambres de cobre se unen por la pérdida del aislamiento y se produce un corto circuito. Para evitar que eso ocurra los ingenieros y técnicos electricistas calculan el grosor o área transversal de los cables y el tipo de forro aislante que deben tener, de forma tal que puedan soportar perfectamente la intensidad máxima de corriente en amperes que debe fluir por un circuito eléctrico.

Cuando un cable posee el grosor adecuado las cargas eléctricas fluyen normalmente y la energía que liberan los electrones en forma de calor es despreciable. Sin embargo, todo lo contrario ocurre cuando esas mismas cargas eléctricas o electrones fluyen a través de un alambre de metal extremadamente fino, como es el caso del filamento que emplean las lámparas incandescentes. Al ser ese alambre más fino y ofrecer, por tanto, más resistencia al paso de la corriente, las cargas eléctricas encuentran mayor obstáculo para moverse, incrementándose la fricción.

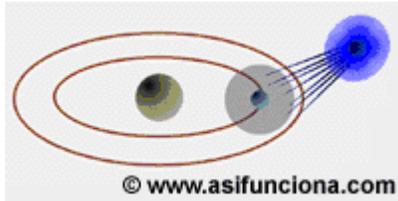


A. – Las cargas eléctricas o electrones fluyen normalmente por el conductor desprendiendo poco calor. **B.** – Cuando un metal ofrece resistencia al flujo de la corriente, la fricción de las cargas eléctricas chocando unas contra otra provocan que su temperatura se eleve. En esas condiciones las moléculas del metal se excitan, alcanzan el estado de incandescencia y los electrones pueden llegar a emitir fotones de luz.

Cuando las cargas eléctricas atraviesan atropelladamente el metal del filamento de una lámpara incandescente, provocan que la temperatura del alambre se eleve a $2\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($4\,500\text{ }^{\circ}\text{F}$) aproximadamente. A esa temperatura tan alta los electrones que fluyen por el metal de tungsteno comienzan a emitir fotones de luz blanca visible, produciéndose el fenómeno físico de la incandescencia.

La gran excitación que produce la fricción en los átomos del tungsteno o wolframio (W), metal del que está compuesto el filamento, provoca que algunos electrones salgan despedidos de su órbita propia y pasen a ocupar una órbita más externa o nivel superior de energía dentro del

propio átomo. Pero la gran atracción que ejerce constantemente el núcleo del átomo sobre sus electrones para impedir que abandonen sus correspondientes órbitas, hace que regresen de inmediato a ocuparlas de nuevo. Al reincorporarse los electrones al lugar de procedencia, emiten fotones de luz visible para liberar la energía extra que adquirieron al ocupar momentáneamente una órbita superior.



Átomo con un electrón excitado emitiendo un fotón de luz.

Por otra parte la fricción que producen las cargas eléctricas al atravesar el filamento es también la responsable del excesivo calentamiento que experimentan las lámparas incandescentes cuando se encuentran encendidas.

En general este tipo de lámpara es poco eficiente, pues junto con las radiaciones de luz visible emiten también radiaciones infrarrojas en forma de calor, que incrementan el consumo eléctrico. Sólo el 10% de la energía eléctrica consumida por una lámpara incandescente se convierte en luz visible, ya que el 90% restante se disipa al medio ambiente en forma de calor.

EL FILAMENTO DE TUNGSTENO

El filamento de tungsteno de una lámpara incandescente está formado por un alambre extremadamente fino, mucho más que el de un cable cualquiera. Por ejemplo, en una lámpara de 60 watt, el filamento puede llegar a medir alrededor de 2 metros de longitud y de grueso solamente $3 \times 10^{-3} = 0,003 \text{ mm}$. Para que la longitud total del filamento ocupe el menor espacio posible, el alambre se reduce por medio de un doble enrollado. De esa forma se logra que ocupe muy poco espacio cuando se coloca entre los dos alambres de cobre que le sirven de electrodos de apoyo dentro de la lámpara.

En las primeras lámparas incandescentes que existieron se utilizaron diferentes materiales como filamentos. La desarrollada por [Edison](#) en 1878, tenía el filamento de carbón, con el inconveniente de ser éste un material poco eficiente y también poco duradero.

Filamento montado en el tubo central de cristal de una lámpara incandescente.



Después de muchas pruebas, a partir de 1906 se adoptó el uso de alambre de tungsteno, conocido también como wolframio (W), para fabricar los filamentos por ser mucho más resistente y duradero que el de carbón. Al haberse obtenido mejores resultados con el wolframio, este metal se ha continuado utilizando hasta nuestros días, incluso para fabricar otros tipos de lámparas mucho más eficientes que las incandescentes.

Como ya se explicó anteriormente, para que un metal llegue al blanco incandescente es necesario calentarlo a una temperatura excesivamente alta, lo que conlleva a que en condiciones ambientales normales se funda o derrita.

La ventaja del tungsteno radica en que al ser un metal cuya temperatura de fusión es muy alta, se convierte en un material idóneo para rendir muchas más horas de trabajo que cualquier otro metal, además de ser relativamente barato de producir.

No obstante, cuando se completa el triángulo que forma un material inflamable, una temperatura alta y la presencia de oxígeno, se produce la combustión, por lo que en condiciones normales el tungsteno también combustiona o se derrite cuando alcanza una temperatura muy alta. Ese es el motivo por el cual el filamento de las lámparas incandescente se encuentra encerrado en una bombilla de cristal carente de oxígeno.

Pero aún bajo esas condiciones de protección, el filamento de tungsteno presenta otro problema y es que el metal se evapora al alcanzar temperaturas tan altas como la que produce la incandescencia. En ese estado, algunos átomos de tungsteno se excitan tan violentamente que saltan al vacío dentro de la bombilla y se depositan en la pared interna del cristal, ennegreciéndolo y volviéndolo opaco a medida que más se utiliza la lámpara.

Ese fenómeno ya lo había observado Edison en su época, pero no supo darle ni explicación lógica, ni aplicación práctica útil, aunque en su honor se denominó posteriormente “efecto Edison”.

Pocos años después ese efecto constituyó la base para la creación de las primeras válvulas electrónicas de vacío rectificadoras y detectoras "diodo", inventada por [Sir John Ambrose Fleming](#), así como las amplificadoras "triodo", inventada por [Lee de Forest](#), que abrieron el camino al desarrollo de la electrónica.

Debido al propio proceso de evaporación, el filamento de tungsteno se va desintegrando con las horas de uso y la vida útil de la lámpara se reduce. Cuando ese proceso llega a su límite, el filamento se parte por el punto más débil y deja de alumbrar. Decimos entonces que la lámpara se ha fundido.

Para evitar el rápido deterioro del filamento por evaporación, desde 1913 se adoptó el uso del gas argón en el interior de las bombillas. De esa forma se logra disminuir en cierta medida la evaporación del metal, pues los átomos del tungsteno evaporados al impactar con los átomos del gas argón rebotan hacia el filamento y se depositan de nuevo en su estructura metálica sin que se produzca una reacción de combustión. Gracias a esta técnica se ha podido lograr que una lámpara incandescente normal pueda llegar a tener aproximadamente entre 750 y mil horas de vida útil.

A partir de la tecnología de las lámparas incandescentes se han desarrollado posteriormente otros dispositivos de iluminación más eficientes como, por ejemplo, las lámparas halógenas y, sobre todo, los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes de bajo consumo.

ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

INTRODUCCIÓN



En la actualidad las lámparas fluorescentes se han convertido en el medio de iluminación de uso más generalizado en comercios, oficinas, sitios públicos, viviendas, etc. Sin embargo, no todas las personas conocen cómo funcionan, cómo emiten luz sin generar apenas calor, ni cómo pueden desarrollar más lúmenes por watt (lm/W) con menor consumo de energía eléctrica, comparadas con las lámparas incandescentes en igualdad de condiciones de iluminación.

La tecnología más antigua conocida en las lámparas fluorescentes es la del encendido por precalentamiento. De ese tipo de lámpara aún quedan millones funcionando en todo el mundo a pesar del avance tecnológico que han experimentado en estos últimos años y las nuevas variantes que se han desarrollado. Sin embargo, su principio de funcionamiento no ha variado mucho desde 1938 cuando se introdujeron las primeras en el mercado.

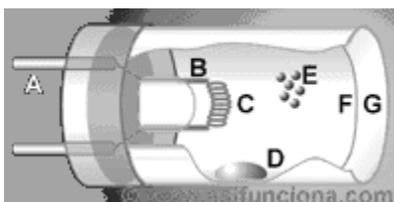
Veamos a continuación cuáles son las partes principales que componen las lámparas fluorescentes más elementales:

- Tubo de descarga
- Casquillos con los filamentos
- Cebador, encendedor o arrancador (*starter*)
- Balasto (*ballast*)

Tubo de descarga. El cuerpo o tubo de descarga de las lámparas fluorescentes se fabrica de vidrio, con diferentes longitudes y diámetros. La longitud depende, fundamentalmente, de la potencia en watt (W) que desarrolle la lámpara. El diámetro, por su parte, se ha estandarizado a 25,4 mm (equivalente a una pulgada) en la mayoría de los tubos. Los más comunes y de uso más generalizado tienen forma recta, aunque también se pueden encontrar con forma circular.

La pared interior del tubo se encuentra recubierta con una capa de sustancia fosforescente o fluorescente, cuya misión es convertir los rayos de luz ultravioleta (que se generan dentro y que no son visibles para el ojo humano), en radiaciones de luz visible. Para que eso ocurra, su interior se encuentra relleno con un gas inerte, generalmente argón (Ar) y una pequeña cantidad de mercurio (Hg) líquido. El gas argón se encarga de facilitar el surgimiento del arco eléctrico que posibilita el encendido de la lámpara, así como de controlar también la intensidad del flujo de electrones que atraviesa el tubo.

Casquillos. La mayoría de los tubos fluorescentes rectos poseen en cada uno de sus extremos un casquillo con dos patillas o pines de contactos eléctricos externos, conectadas interiormente con los filamentos de caldeo o de precalentamiento. Estos filamentos están fabricados con metal de tungsteno, conocido también por el nombre químico de wolframio (W), recubiertos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) y su función principal en los tubos de las lámparas fluorescente es calentar previamente el gas argón que contienen en su interior para que se puedan encender.



A. Patillas o pines de contacto. **B.** Electrodo. **C.** Filamento de tungsteno. **D.** Mercurio (Hg) líquido.

E. Átomos de gas argón (Ar). **F.** Capa o recubrimiento fluorescente de fósforo (P). **G.** Tubo de descarga de cristal.

El recubrimiento de calcio y magnesio que poseen los filamentos facilita la aparición del flujo de electrones necesario para que se efectúe el encendido de la lámpara. En medio de ese proceso los filamentos se apagan y se convierten en dos electrodos, a través de los cuales se establece ese flujo de corriente o de electrones.



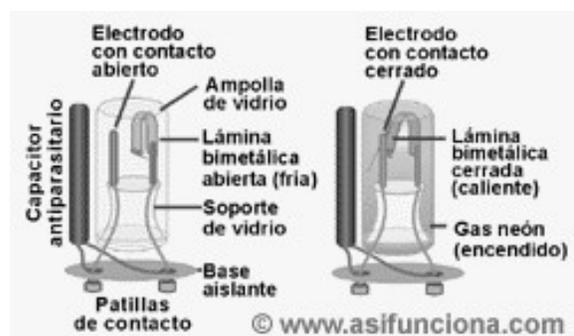
Cebador

Las lámparas fluorescentes por precalentamiento utilizan un pequeño dispositivo durante el proceso inicial de encendido llamado cebador o encendedor térmico (*starter*).

Este dispositivo se compone de una lámina bimetálica encerrada en una cápsula de cristal rellena de gas neón (Ne). Esta lámina tiene la propiedad de curvarse al recibir el calor del gas neón cuando se encuentra encendido con el objetivo de cerrar un contacto que permite el paso de la corriente eléctrica a través del circuito en derivación donde se encuentra conectado el cebador.

Conectado en paralelo con la lámina bimetálica, se encuentra un capacitor antiparasitario, encargado de evitar que durante el proceso de encendido se produzcan interferencias audibles a través del altavoz de un receptor de radio o ruidos visibles en la pantalla de algún televisor que se encuentre funcionando próximo a la lámpara.

Disposición de los elementos internos de un cebador.



Otra variante de lámpara fluorescente es la de encendido rápido, que no requiere cebador, pues los electrodos situados en los extremos del tubo se mantienen siempre calientes.

Otras lámparas poseen encendido instantáneo y tampoco utilizan cebador. Este tipo de lámpara carece de filamentos y se enciende cuando se le aplica directamente a los electrodos una tensión o voltaje mucho más elevado que el empleado para el resto de las lámparas fluorescentes.

Por otra parte, en la actualidad la mayoría de las lámparas fluorescentes de tecnología más moderna sustituyen el antiguo cebador por un dispositivo de encendido rápido, mucho más eficiente que todos los demás sistemas desarrollados anteriormente, conocido como balasto electrónico.

Balasto electromagnético

El balasto electromagnético fue el primer tipo de inductancia que se utilizó en las lámparas fluorescentes. Consta de un transformador de corriente o reactancia inductiva, compuesto por un enrollado único de alambre de cobre. Los balastos de este tipo constan de las siguientes partes:

- **Núcleo.** Parte fundamental del balasto. Lo compone un conjunto de chapas metálicas que forman el cuerpo o parte principal del transformador, donde va colocado el enrollado de alambre de cobre.
- **Carcasa.** Envoltura metálica protectora del balasto. Del enrollado de los balastos magnéticos comunes salen dos o tres cables (en dependencia de la potencia de la lámpara), que se conectan al circuito externo, mientras que de los balastos electrónicos salen cuatro.
- **Sellador.** Es un compuesto de poliéster que se deposita entre la carcasa y el núcleo del balasto. Su función es actuar como aislante entre el enrollado, las chapas metálicas del núcleo y la carcasa.
- **Capacitor o filtro.** Se utiliza para mejorar el factor de potencia de la lámpara, facilitando que pueda funcionar más eficientemente.

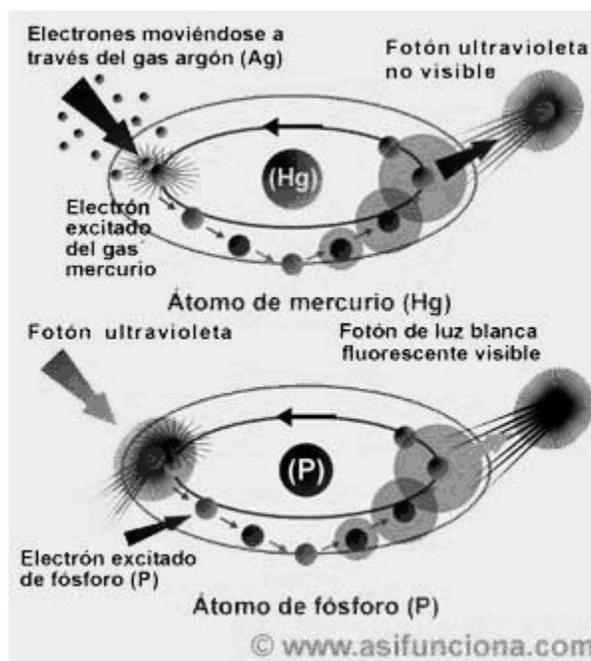
Desde el punto de vista de la operación de la lámpara fluorescente, la función del balasto es generar el arco eléctrico que requiere el tubo durante el proceso de encendido y mantenerlo posteriormente, limitando también la intensidad de corriente que fluye por el circuito del tubo.

Los balastos magnéticos de uso más extendidos se fabrican para que puedan trabajar conectados a una línea de suministro eléctrico de 110 ó a una de 220 volt de tensión de corriente alterna y 50 ó 60 hertz (Hz) de frecuencia. El empleo de uno u otro tipo depende de las características específicas del suministro eléctrico de cada país.

De acuerdo con la forma de encendido de cada lámpara, así será el tipo de balasto que utilice. Las formas de encendido más generalizadas en los tubos de lámparas fluorescentes más comunes son los siguientes:

- Por precalentamiento (*El sistema más antiguo*)
- Rápido
- Instantáneo
- Electrónico (*El sistema más moderno*)

EMISIÓN DE LUZ FLUORESCENTE



Representación esquemática de la forma en que el átomo de mercurio (Hg) emite fotones de luz ultravioleta, invisibles para el ojo humano y como el átomo de fósforo (P) los convierte en fotones de luz blanca visible, tal como ocurre en el interior del tubo de una lámpara fluorescente.

La luz en sí misma constituye una forma de energía que puede liberar como fotón el átomo de un determinado elemento químico. El fotón se caracteriza por ser una pequeñísima partícula poseedora de energía, pero carente de masa, a diferencia de los elementos químicos o de cualquier tipo de materia. Para que un átomo libere fotones de luz es necesario excitar alguno de sus electrones, empleando medios físicos o químicos.

Dada la fuerte atracción que ejerce el núcleo de un átomo sobre los electrones que giran a su alrededor en sus correspondientes órbitas, no es normal que estos la abandonen por sí mismos si no son excitados por un agente externo. Sin embargo, cuando eso ocurre el electrón salta a otra órbita superior dentro del mismo átomo, que al encontrarse más alejada del núcleo posee mayor nivel de energía.

Debido a la atracción que continúa ejerciendo siempre el núcleo del átomo sobre sus electrones, aquel que abandona su órbita es obligado a que, en fracciones de segundo, se reincorpore a la suya propia. En ese momento la energía extra que adquirió el electrón en la otra órbita la libera en forma de fotón de luz.

El hecho de que un fotón de luz sea visible o no para el ojo humano depende, fundamentalmente, del tipo de átomo excitado, y de la longitud de onda y frecuencia que posea dicho fotón dentro del espectro electromagnético.

En el tubo de descarga de una lámpara de luz fluorescente, los electrones libres y los iones de un gas inerte contenido en su interior, como el gas argón (Ar) en este caso, crean las condiciones necesarias para la creación de un puente de plasma a través del cual puede fluir la corriente eléctrica.

Cuando los electrones libres se mueven a través del puente de plasma, colisionan con los electrones de los átomos de gas mercurio (Hg) contenidos también dentro del tubo y los saca de sus órbitas. De inmediato el núcleo de los átomos de mercurio obliga a que los electrones despedidos se reintegren de nuevo a sus correspondientes órbitas, a la vez que liberan fotones de luz ultravioleta, invisible para el ojo humano.

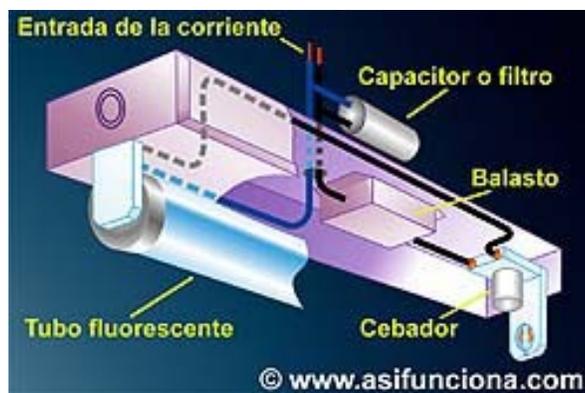
Al mismo tiempo, para que se pueda obtener luz visible, los fotones de luz ultravioleta liberados impactan sobre la capa fosforescente que recubre la pared interior del tubo de cristal de la lámpara, excitando los electrones de los átomos de fósforo (P) contenidos en éste. El impacto saca de sus órbitas a los electrones de los átomos de fósforos, lo que son atraídos y obligados a reincorporarse de nuevo a sus correspondientes órbitas. En ese instante liberan fotones de luz blanca fluorescente visibles para el ojo humano. Ese proceso provoca que el tubo de descarga de la lámpara fluorescente se ilumine, proporcionando luz.

El color de la luz que emiten los tubos de las lámparas fluorescentes depende de la composición química de la capa de fósforo que recubre su interior. Es por eso que dentro de la gama de luz blanca que emiten estos tubos podemos encontrar variantes de blancos más cálidos o más fríos. Incluso se fabrican también tubos fluorescentes que emiten luz verde, amarilla o roja.

Como en el proceso de encendido las lámparas fluorescentes utilizan sólo por breves instantes los filamentos de tungsteno, no da tiempo a que se calienten tanto como ocurre con las lámparas incandescentes. Así, al ser mucho menor la pérdida de energía por disipación de calor al medio ambiente, el consumo eléctrico se reduce en un alto por ciento. Esto las convierte en una fuente emisora de luz más económica, eficiente y duradera si las comparamos con las lámparas o bombillas incandescentes.

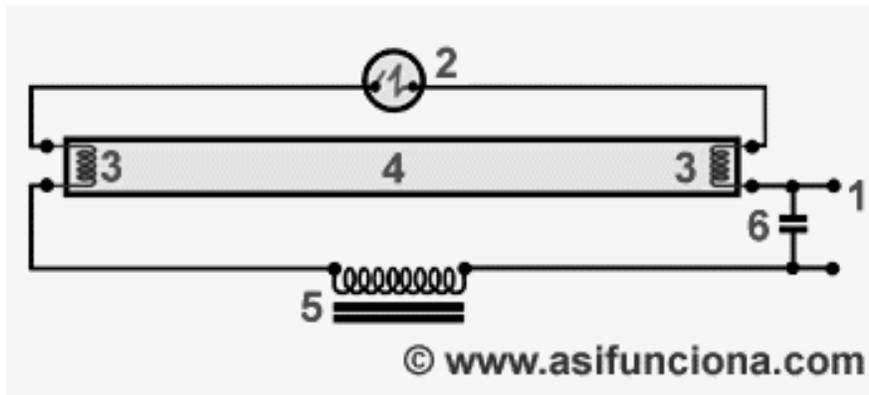
FUNCIONAMIENTO DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Las lámparas fluorescentes funcionan de la siguiente forma:



1. Cuando activamos el interruptor de una lámpara de luz fluorescente que se encuentra conectada a la red doméstica de corriente alterna, los electrones comienzan a fluir por todo el circuito eléctrico, incluyendo el circuito en derivación donde se encuentra conectado el cebador (*estárter*).
2. El flujo de electrones de la corriente eléctrica al llegar al cebador produce un arco o chispa entre los dos electrodos situados en su interior, lo que provoca que el gas neón (Ne) contenido también dentro de la cápsula de cristal se encienda. El calor que produce el gas neón encendido hace que la plaquita bimetálica que forma parte de uno de los dos electrodos del cebador se curve y cierre un contacto eléctrico dispuesto entre ambos electrodos.
3. Cuando el contacto del cebador está cerrado se establece el flujo de corriente eléctrica necesaria para que los filamentos se enciendan, a la vez que se apaga el gas neón.
4. Los filamentos de tungsteno encendidos provocan la emisión de electrones por caldeo o calentamiento y la ionización del gas argón (Ar) contenido dentro del tubo. Esto crea las condiciones previas para que, posteriormente, se establezca un puente de plasma conductor de la corriente eléctrica por el interior del tubo, entre un filamento y otro.
5. La plaquita bimetálica del cebador, al dejar de recibir el calor que le proporcionaba el gas neón encendido, se enfría y abre el contacto dispuesto entre los dos electrodos. De esa forma el flujo de corriente a través del circuito en derivación se interrumpe, provocando dos acciones simultáneas:
 - a. Los filamentos de la lámpara se apagan cuando deja de pasar la corriente eléctrica por el circuito en derivación.
 - b. El campo electromagnético que crea en el enrollado del balasto la corriente eléctrica que también fluye por el circuito donde éste se encuentra conectado, se interrumpe bruscamente. Esto provoca que en el propio enrollado se genere una fuerza contraelectromotriz, cuya energía se descarga dentro del tubo de la lámpara, en forma de arco eléctrico. Este arco salta desde un extremo a otro del tubo valiéndose de los filamentos, que una vez apagados se convierten en electrodos de la lámpara.
6. Bajo estas nuevas condiciones, la corriente de electrones, que en un inicio fluía a través del circuito en derivación de la lámpara donde se encuentra conectado el cebador, comienza hacerlo ahora atravesando interiormente el tubo de un extremo a otro, valiéndose de los dos electrodos.

7. La fuerte corriente que fluye por dentro del tubo provoca que los electrones comiencen a chocar con los átomos del gas argón, aumentando la cantidad de iones y de electrones libres. Como resultado se crea un puente de plasma, es decir, un gas compuesto por una gran cantidad de iones y de electrones libres, que permite que estos se muevan de un extremo a otro del tubo.
8. Esos electrones libres comienzan a chocar con una parte de los átomos de mercurio (Hg) contenidos también dentro del tubo, que han pasado del estado líquido al gaseoso debido a la energía que liberan dichos electrones dentro del tubo. Los choques de los electrones libres contra los átomos de mercurio excitan a sus electrones haciendo que liberen fotones de luz ultravioleta.
9. Los fotones de luz ultravioleta, invisible para el ojo humano, impactan a continuación contra la capa de fósforo (P) que recubre la pared interior del tubo fluorescente. El impacto excita los electrones de los átomos fósforo (P), los que emiten, a su vez, fotones de luz visible, que hacen que el tubo se ilumine con una luz fluorescente blanca.
10. El impacto de los electrones que se mueven por el puente de plasma contra los dos electrodos situados dentro del tubo, hace que estos se mantengan calientes (a pesar de que los filamentos se encuentran ya apagados). Mantener caliente esos dos electrodos se hace necesario para que la emisión de electrones continúe y el puente de plasma no se extinga. De esa forma, tanto el ciclo de excitación de los átomos de vapor de mercurio como el de los átomos de fósforo dentro del tubo continúa, hasta tanto activemos de nuevo el interruptor que apaga la lámpara y deje de circular la corriente eléctrica por el circuito.



Esquema del circuito eléctrico de una lámpara fluorescente de 20 watt de potencia:

1. Entrada de la corriente alterna. 2. Cebador. 3. Filamentos de tungsteno. 4. Tubo de descarga de luz fluorescente. 5. Balasto o inductancia. 6. Capacitor o filtro.

VENTAJAS DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Entre las ventajas de las lámparas fluorescentes se encuentran las siguientes:

- Aportan más luminosidad con menos watt de consumo.
- Tienen bajo consumo de corriente eléctrica.
- Poseen una vida útil prolongada (entre 5 mil y 7 mil horas).
- Tienen poca pérdida de energía en forma de calor.

La vida útil de una lámpara fluorescente se reduce o termina por los siguientes motivos:

- Desgaste de la sustancia emisora que recubre el filamento de tungsteno compuesta de calcio (Ca) y magnesio (Mg).
- Pérdida de la eficacia de los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo.
- Ennegrecimiento del tubo en sus extremos.
- Excesivo número de veces que se enciende y apaga de forma habitual la lámpara en períodos cortos de tiempo.

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TUBOS FLUORESCENTES DE ACUERDO CON SU DIÁMETRO.

T-12	1,5 pulgadas	38,1 mm
T-8	1 pulgada	25,4 mm
T-5	5/8 pulgada	15,87 mm
T-2	2/8 pulgada	6,3 mm

(La cifra a continuación de la letra "T" representa el diámetro del tubo expresado en octavos de pulgada).

En la actualidad la mayoría de los tubos de lámparas fluorescentes que se fabrican corresponden al tipo T-8, de 1 pulgada de diámetro (25,4 mm).

A continuación se muestra una tabla donde aparecen reflejados los diferentes tipos de lámparas fluorescentes, de acuerdo con las tonalidades de luz blanca que emiten y su correspondiente temperatura de color en grados Kelvin (°K).

Tonalidades de color	Temperatura de color (°K)
Blanco cálido (WW) (<i>Warm White</i>)	3 000
Blanco (W) (<i>White</i>)	3 500
Natural (N) (<i>Natural</i>)	3 400
Blanco Frío (CW) (<i>Cool White</i>)	4 100
Blanco Frío Deluxe (CWX) (<i>Cool White Deluxe</i>)	4 200
Luz del Día (D) (<i>Daylight</i>)	6 500

BREVE HISTORIA DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES



El fenómeno de la fluorescencia se conocía incluso mucho antes de existir las bombillas incandescentes.

En 1675 Jean Picard y posteriormente Johann Bernoulli allá por el año 1700, observaron que al agitar el mercurio se producía luz.

En 1850 Heinrich Geissler, físico alemán, creó el “tubo Geissler”, capaz de emitir luz cuando se hacía pasar una descarga eléctrica a través de dicho tubo relleno con un gas noble.

En 1891 el norteamericano Daniel McFarlan Moore comenzó a realizar experimentos con tubos de descarga eléctrica. En 1904, empleando un tubo Geissler relleno con gas nitrógeno, logró obtener luz amarilla y si el mismo tubo lo llenaba con bióxido de carbono, obtenía entonces una luz rosácea, con un espectro muy similar al de la luz solar. Ese mismo año se instalaron las primeras “lámparas Moore” en unos almacenes situados en la ciudad de Newark, New Jersey, Estados Unidos de Norteamérica.

En realidad las lámparas de Moore no tuvieron aceptación en aquel momento debido a que eran difíciles de instalar, reparar y darles mantenimiento.

En 1927 Friedirch Meyer, Hans Spanner y Edmund Germer patentaron la lámpara fluorescente, pero hasta 1934 no se comenzaron a desarrollar de forma industrial. Las conocidas lámparas de tubos blancos rectos y encendidos por precalentamiento, se mostraron por primera vez al público en la Feria Mundial de New York, en el año 1939.

Hace ya varios años las lámparas fluorescentes por precalentamiento comenzaron a ser sustituidas por otras de tecnologías más avanzadas, aunque existen todavía en el mundo millones de lugares donde aún se utilizan las más primitivas, es decir, con su tecnología original.

Desde su introducción en el mercado a finales de los años 30 del siglo pasado, las lámparas fluorescentes fueron ganando rápidamente el favor del público por la luz uniforme sin deslumbramiento que brindan, la ausencia de sombras duras, su bajo consumo eléctrico y la variedad de colores disponibles.

Entre las lámparas fluorescentes de tecnología más reciente se encuentran las del tipo CFL (*Compact Fluorescent Lamp* – Lámpara Fluorescente Compacta), conocidas también como lámparas económicas o ahorradoras, con una luz y tamaño similar al de las lámparas incandescentes, pero con las mismas ventajas que brinda un tubo de luz fluorescente de mayor tamaño.

Lámpara CFL de 11 Watt.



ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS AHORRADORAS CFL

> Introducción.

- Lámparas CFL ahorradoras de energía
- Partes de una lámpara CFL
- Así funciona la lámpara CFL
- Características y ventajas de las lámparas CFL
- Otras características



Diferentes modelos y tamaños de lámparas fluorescentes ahorradoras CFL

INTRODUCCIÓN

Desde que Thomas Alva Edison patentó la bombilla incandescente, en 1879, se han venido desarrollando hasta la fecha otros tipos de lámparas menos consumidoras de energía eléctrica y de características mucho más eficientes.

Desde los albores de la humanidad el método más común de obtener luz ha sido generando previamente calor, como ocurre cuando hacemos una antorcha con la rama de un árbol o encendemos una vela, o una lámpara de queroseno.

Por otra parte, si calentamos un trozo de metal con una llama intensa, veremos como a medida que se calienta pasa del color naranja al amarillo intenso. Pero si además logramos impartirle una temperatura tan alta como para que alcance el estado de incandescencia, obtendremos entonces luz blanca. Esa es la manera de lograr que una lámpara incandescente emita luz.

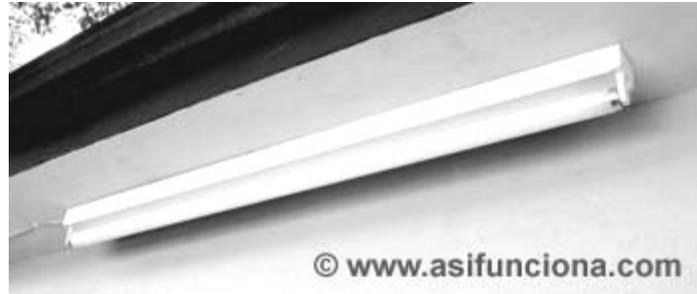
En el caso específico de una lámpara o bombilla incandescente, la corriente eléctrica que fluye por el delgado filamento metálico de tungsteno provoca que se caliente a una temperatura tan alta, que al llegar al blanco incandescente emite luz visible.

Debido a ese fenómeno físico, el 90% del total de la energía eléctrica que consume una lámpara incandescente para emitir luz se pierde por disipación de calor al medio ambiente, sin que esa pérdida reporte ningún beneficio útil.

En la práctica, durante todo el tiempo que permanece encendida una lámpara incandescente disipa más radiaciones infrarrojas (no visibles, pero que se perciben en forma de calor), que ondas electromagnéticas de luz visible para el ojo humano.

No obstante, millones de hogares en todo el mundo se alumbran todavía con lámparas incandescentes, a pesar de que desde finales de los años 30 del siglo pasado existen otros tipos de lámparas con similares o mejores prestaciones y menor consumo energético.

Entre esas lámparas se encuentran, por ejemplo, los tubos rectos y circulares de lámparas fluorescentes y, de aparición más reciente, las lámparas fluorescentes compactas ahorradoras de energía CFL



Tubo recto de lámpara fluorescente de 40 watt, cuyo flujo luminoso equivale, aproximadamente, al de una bombilla incandescente de 200 watt.

LÁMPARAS CFL AHORRADORAS DE ENERGÍA

Las lámparas ahorradoras de energía denominadas CFL (*Compact Fluorescent Lamp* – Lámpara Fluorescente Compacta) son una variante mejorada de las lámparas de tubos rectos fluorescentes, que fueron presentadas por primera vez al público en la Feria Mundial de New York efectuada en el año 1939.

Desde su presentación al público en esa fecha, las lámparas de tubos fluorescentes se utilizan para iluminar variados tipos de espacios, incluyendo nuestras casas. En la práctica el rendimiento de esas lámparas es mucho mayor, consumen menos energía eléctrica y el calor que disipan al medio ambiente es prácticamente despreciable en comparación con el que disipan las lámparas incandescentes.



Lámpara CFL de 9 watt, con tubos rectos

Generalmente las lámparas o tubos rectos fluorescentes son voluminosos y pesados, por lo que en 1976 el ingeniero Edward Hammer, de la empresa norteamericana GE, creó una lámpara fluorescente compuesta por un tubo de vidrio alargado y de reducido diámetro, que dobló en forma de espiral para reducir sus dimensiones. Así construyó una lámpara fluorescente del tamaño aproximado de una bombilla común, cuyas propiedades de iluminación eran muy similares a la de una lámpara incandescente, pero con un consumo mucho menor y prácticamente sin disipación de calor al medio ambiente.

Aunque esta lámpara fluorescente de bajo consumo prometía buenas perspectivas de explotación, el proyecto de producirla masivamente quedó engavetado, pues la tecnología existente en aquel momento no permitía la producción en serie de una espiral de vidrio tan frágil como la que requería en aquel momento ese tipo de lámpara.

Sin embargo, con el avance de las tecnologías de producción, hoy en día, además de las lámparas CFL con tubos rectos, las podemos encontrar también con el tubo en forma de espiral, tal como fueron concebidas en sus orígenes y que podemos ver en la foto de la derecha.



Lámpara CFL de 11 watt, con tubo en forma de espiral.

No obstante, en la década de los años 80 del siglo pasado otros fabricantes apostaron por la nueva lámpara y se arriesgaron a lanzarla al mercado, pero a un precio de venta elevado, equivalente a lo que hoy serían 30 dólares (unos 27 euros aproximadamente) por unidad. Sin embargo, los grandes pedidos que hizo en aquellos momentos el gobierno norteamericano a los fabricantes y su posterior subvención por el ahorro que representaban estas lámparas para el consumo de energía eléctrica, permitieron ir disminuyendo poco a poco su precio, hasta acercarlo al costo de producción.

Bombilla o lámpara incandescente de 60 watt de potencia.



Modelo de lámpara CFL ahorradora de energía, de 11 watt de potencia, con tubos rectos alargados, cuyo flujo luminoso equivale al de una lámpara o bombilla incandescente de 60 watt, como la que aparece en la foto de la izquierda.

La posterior aceptación obtenida por las nuevas lámparas ahorradoras de energía dentro de los amplios círculos económicos y de la población, estimuló a los fabricantes a acometer las inversiones necesarias, emprender la producción masiva y bajar mucho más el precio de venta al público.

Hoy en día una lámpara CFL estándar, entre 9 y 14 watt, se puede adquirir normalmente en diferentes establecimientos comerciales, a un precio que oscila alrededor de los 2 euros o

menos (equivalente a algo más de 2 dólares), aunque se fabrican también con diferentes estructuras y potencias, que se comercializan a un precio más alto.

PARTES DE UNA LÁMPARA CFL



Tubos fluorescentes, rectos

Posición de los filamentos de encendido

Balasto electrónico

Base. (El balasto electrónico va colocado dentro)

Casquillo con rosca

Las lámparas fluorescentes CFL constan de las siguientes partes:

Tubo fluorescente

Se componen de un tubo de unos 6 mm de diámetro aproximadamente, doblados en forma de "U" invertida, cuya longitud depende de la potencia en watt que tenga la lámpara. En todas las lámparas CFL existen siempre dos filamentos de tungsteno o wolframio (W) alojados en los extremos libres del tubo con el propósito de calentar los gases inertes, como el neón (Ne), el kriptón (Kr) o el argón (Ar), que se encuentran alojados en su interior. Junto con los gases inertes, el tubo también contiene vapor de mercurio (Hg). Las paredes del tubo se encuentran recubiertas por dentro con una fina capa de fósforo.



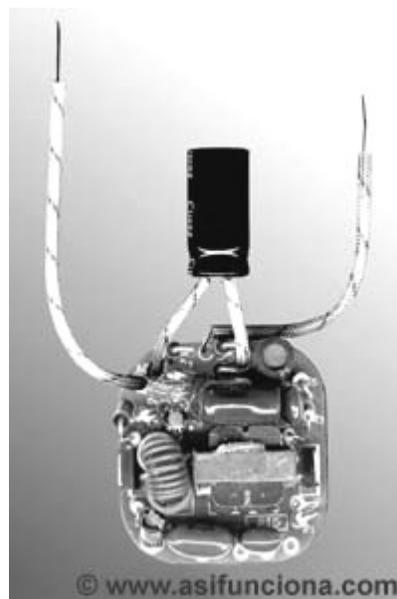
Filamentos colocados dentro de los tubos de una lámpara CFL.

Balasto electrónico

Las lámparas CFL son de encendido rápido, por tanto no requieren cebador (encendedor, *starter*) para encender el filamento, sino que emplean un balasto electrónico en miniatura,

encerrado en la base que separa la rosca del tubo de la lámpara. Ese balasto suministra la tensión o voltaje necesario para encender el tubo de la lámpara y regular, posteriormente, la intensidad de corriente que circula por dentro del propio tubo después de encendido.

El balasto electrónico se compone, fundamentalmente, de un circuito rectificador diodo de onda completa y un oscilador, encargado de elevar la frecuencia de la corriente de trabajo de la lámpara entre 20 000 y 60 000 hertz aproximadamente, en lugar de los 50 ó 60 hertz con los que operan los balastos electromagnéticos e híbridos que emplean los tubos rectos y circulares de las lámparas fluorescentes comunes antiguas.



Elementos que componen el balasto electrónico.

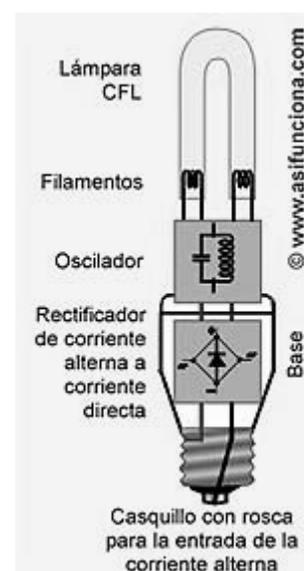
Base

La base de la lámpara ahorradora CFL se compone de un receptáculo de material plástico, en cuyo interior hueco se aloja el balasto electrónico. Unido a la base se encuentra un casquillo con rosca normal E-27 (conocida también como rosca Edison), la misma que utilizan la mayoría de las bombillas o lámparas incandescentes. Se pueden encontrar también lámparas CFL con rosca E-14 de menor diámetro (conocida como rosca candelabro). No obstante, existen variantes con otros tipos de conectores, de presión o bayoneta, en lugar de casquillos con rosca, que funcionan con un balasto electrónico externo, que no forma parte del cuerpo la lámpara.

El funcionamiento de una lámpara fluorescente ahorradora de energía CFL es el mismo que el de un tubo fluorescente común, excepto que es mucho más pequeña y manuable.

Cuando enroscamos la lámpara CFL en un portalámpara (igual al que utilizan la mayoría de las lámparas incandescentes) y accionamos el interruptor de encendido, la corriente eléctrica alterna fluye hacia el balasto electrónico, donde un rectificador diodo de onda completa se encarga de convertirla en corriente directa y mejorar, a su vez, el factor de potencia de la lámpara. A continuación un circuito oscilador, compuesto fundamentalmente por un circuito transistorizado en función de amplificador de corriente, un enrollado o transformador (reactancia inductiva) y un capacitor o condensador (reactancia capacitiva), se encarga de originar una corriente alterna con una frecuencia, que llega a alcanzar entre 20 mil y 60 mil ciclos o hertz por segundo.

La función de esa frecuencia tan elevada es disminuir el parpadeo que



provoca el arco eléctrico que se crea dentro de las lámparas fluorescentes cuando se encuentran encendidas. De esa forma se anula el efecto estroboscópico que normalmente se crea en las antiguas lámparas fluorescentes de tubo recto que funcionan con balastos electromagnéticos (no electrónicos). En las lámparas fluorescentes antiguas el arco que se origina posee una frecuencia de sólo 50 ó 60 hertz, la misma que le proporciona la red eléctrica doméstica a la que están conectadas.

Para el alumbrado general el efecto estroboscópico es prácticamente imperceptible, pero en una industria donde existe maquinaria funcionando, impulsadas por motores eléctricos, puede resultar peligroso debido a que la frecuencia del parpadeo de la lámpara fluorescente se puede sincronizar con la velocidad de giro de las partes móviles de las máquinas, creando la ilusión óptica de que no están funcionando, cuando en realidad se están moviendo.

En las lámparas CFL no se manifiesta ese fenómeno, pues al ser mucho más alta la frecuencia del parpadeo del arco eléctrico en comparación con la velocidad de giro de los motores, nunca llegan a sincronizarse ni a crear efecto estroboscópico.

Desde el mismo momento en que los filamentos de una lámpara CFL se encienden, el calor que producen ionizan el gas inerte que contiene el tubo en su interior, creando un puente de plasma entre los dos filamentos. A través de ese puente se origina un flujo de electrones, que proporcionan las condiciones necesarias para que el balasto electrónico genere una chispa y se encienda un arco eléctrico entre los dos filamentos. En este punto del proceso los filamentos se apagan y se convierten en dos electrodos, cuya misión será la de mantener el arco eléctrico durante todo el tiempo que permanezca encendida la lámpara. El arco eléctrico no es precisamente el que produce directamente la luz en estas lámparas, pero su existencia es fundamental para que se produzca ese fenómeno.

A partir de que los filamentos de la lámpara se apagan, la única misión del arco eléctrico será continuar y mantener el proceso de ionización del gas inerte. De esa forma los iones desprendidos del gas inerte al chocar contra los átomos del vapor de mercurio contenido también dentro de tubo, provocan que los electrones del mercurio se exciten y comiencen a emitir fotones de luz ultravioleta. Dichos fotones, cuya luz no es visible para el ojo humano, al salir despedidos chocan contra las paredes de cristal del tubo recubierto con la capa fluorescente. Este choque de fotones ultravioletas contra la capa fluorescente provoca que los átomos de fluor se exciten también y emitan fotones de luz blanca, que sí son visibles para el ojo humano, haciendo que la lámpara se encienda.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS AHORRADORAS CFL

- Son compatibles con los portalámparas, zócalos o “sockets” de las lámparas incandescentes de uso común.
- Al igual que las lámparas incandescentes, sólo hay que enroscarlas en el portalámparas, pues no requieren de ningún otro dispositivo adicional para funcionar.
- Disponibles en tonalidades “luz de día” (*daylight*) y “luz fría” (*cool light*), sin que introduzcan distorsión en la percepción de los colores.
- Encendido inmediato tan pronto se acciona el interruptor, pero con una luz débil por breves instantes antes que alcancen su máxima intensidad de iluminación.
- Precio de venta al público un poco mayor que el de una lámpara incandescente de igual potencia, pero que se compensa después con el ahorro que se obtiene por menor consumo eléctrico y por un tiempo de vida útil más prolongado.

VENTAJAS DE LAS LÁMPARAS AHORRADORAS CFL COMPARADAS CON LAS INCANDESCENTES.

- Ahorro en el consumo eléctrico. Consumen sólo la 1/5 parte de la energía eléctrica que requiere una lámpara incandescente para alcanzar el mismo nivel de iluminación, es decir, consumen un 80% menos para igual eficacia en lúmenes por watt de consumo (lm-W).
- Recuperación de la inversión en 6 meses (manteniendo las lámparas encendidas un promedio de 6 horas diarias) por concepto de ahorro en el consumo de energía eléctrica y por incremento de horas de uso sin que sea necesario reemplazarlas.
- Tiempo de vida útil aproximado entre 8000 y 10000 horas, en comparación con las 1000 horas que ofrecen las lámparas incandescentes.
- No requieren inversión en mantenimiento.
- Generan 80% menos calor que las incandescentes, siendo prácticamente nulo el riesgo de provocar incendios por calentamiento si por cualquier motivo llegaran a encontrarse muy cerca de materiales combustibles.
- Ocupan prácticamente el mismo espacio que una lámpara incandescente.
- Tienen un flujo luminoso mucho mayor en lúmenes por watt (lm-W) comparadas con una lámpara incandescente de igual potencia.
- Se pueden adquirir con diferentes formas, bases, tamaños, potencias y tonalidades de blanco.

OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS CFL

TONALIDADES DE BLANCO

Tonalidades	Temperatura del color en grados Kelvin (°K)
Blanco extra cálido	2 700 (Igual que una incandescente)
Blanco cálido	3 500
Blanco	3 500
Blanco frío	4 000 (Predominio del color azul)

PRINCIPALES CUESTIONES QUE SE RECOMIENDAN TENER EN CUENTA AL ADQUIRIR LÁMPARAS CFL

- Marca de fabricante reconocida.
- Tensión o voltaje de trabajo (110 V ó 220 V, según el país).
- Lúmenes por watt (lm-W).
- Consumo en watt (W).
- Tipo de aplicación para la cual se recomienda su uso.
- Tonalidad de la luz que emite.
- Tipo de rosca (E-27, E-14, bayoneta).

- Precio.

COMPARACIÓN ENTRE UNA LÁMPARA CFL de 11 W Y OTRA INCANDESCENTE EQUIVALENTE DE 60 W

	Fluorescente CFL	Incandescente común
Potencia	11 W (watt)	60 W
Entrega de luz	600 lm (lúmenes)	720 lm
Eficiencia	600 lm-11W = 54,35 lm-W	720 lm-60W = 12 lm-W
Vida útil	8 000 a 10 000 horas	1 000 horas
Lámparas necesarias para cubrir 8 000 horas de trabajo.	1	8
Consumo de energía para 8 000 horas de trabajo.	$11 \times 8\,000 / 1\,000 = 88 \text{ kW-h}$	$60 \times 8\,000 / 1\,000 = 480 \text{ kW-h}$
Relación del consumo eléctrico en %.	18,3 %	100 %

EQUIVALENCIA APROXIMADA DE POTENCIA DE CONSUMO EN WATT ENTRE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES CFL DE USO MÁS GENERALIZADO Y LAS INCANDESCENTES COMUNES

Potencia en watt (W)	Flujo luminoso en lúmenes (lm) (CFL)	Eficacia en lm-W (CFL)	Potencia aproximada en W necesaria en una incandescente comparada con la CFL
5	180	36	25
7	286	41	35
9	400	44	40
11	600	55	60
18	900	56	90

ARRANCAR UN COCHE O VEHÍCULO AUTOMOTOR CON LA BATERÍA DE OTRO

Contenido:

- > Introducción
- Carga de la batería en el coche
- Generalidades
- Pasos para arrancar un coche estableciendo un puente con otra batería (I)
- Pasos para arrancar un coche estableciendo un puente con otra batería (II)
- Pasos para arrancar un coche estableciendo un puente con otra batería (III)
- Medidas a tomar en caso de derramamiento o salpicaduras del electrolito

INTRODUCCIÓN

No resulta nada extraño para los conductores de coches o automóviles, o de cualquier otro tipo de vehículo motorizado, encontrar que en el preciso momento que se necesita arrancar el motor no podemos hacerlo, porque la batería se encuentra descargada.

El método más fácil de solucionar ese contratiempo cuando el coche es un turismo (o coche ligero) de cambio mecánico, es solicitar a otro conductor que nos empuje con su coche o, en su defecto, pedir a dos o tres personas que hagan lo mismo, pero aplicando la fuerza física. Sin embargo, cuando el coche es de cambio automático, en ese caso sólo se podrá poner en marcha si se empuja con otro vehículo y nunca empleando la fuerza física humana. Y si el vehículo es grande o muy pesado, no se podrá siquiera empujarlo con otro para arrancar el motor, por razones obvias. En todo caso, existe un método mucho más práctico y fácil para solucionar este inconveniente, tomando momentáneamente prestada la energía eléctrica proveniente de la batería de otro coche o vehículo que la tenga cargada.



Batería de 12 volt (V) de tensión, formada por seis vasos o celdas de 2,2 volt cada una.

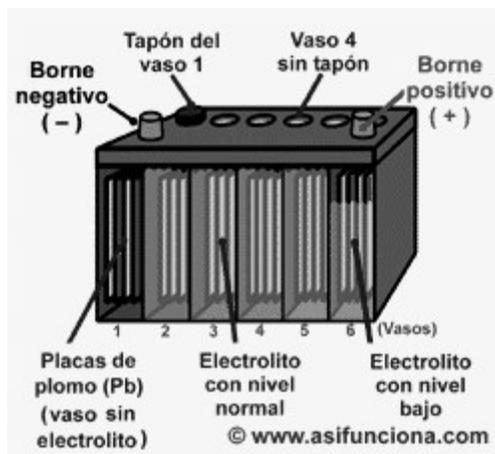
Para ello simplemente será necesario disponer de un juego de cables para baterías con sus correspondientes pinzas y establecer con estos un puente eléctrico entre la batería cargada y la descargada.

No obstante ser ésta una operación sencilla y fácil de realizar, antes de ponerla en práctica es aconsejable revisar el “Manual del Usuario” de cada coche, por si aparece alguna recomendación específica al respecto, sobre todo para los vehículos que incorporan ordenador de viaje.

Baterías empleadas en los coches

La mayoría de las baterías que se emplean en los coches y vehículos motorizados son del tipo plomo-ácido y de 12 volt de tensión o voltaje. Estas baterías se componen de una caja o recipiente dividido, a su vez, en seis secciones denominadas "celdas" o "vasos". En el interior de los vasos se alojan varios grupos de placas de plomo (unas positivas y otras negativas) que se encuentran sumergidas en una solución acuosa denominada "electrolito", compuesta por una mezcla aproximada de 40 % de ácido sulfúrico (H_2SO_4) —elemento este altamente corrosivo— y 60% de agua destilada (H_2O).

En cada vaso de las baterías existe un grupo de placas de plomo (Pb), sumergidas en una solución compuesta por ácido sulfúrico (H_2SO_4) y agua destilada (denominada "electrolito"). La reacción química que se produce entre el electrolito y las placas de plomo cuando cargamos la batería con corriente eléctrica, provoca que esa carga se retenga para su posterior empleo. Una vez cargada la batería cada uno de los vasos proporciona, de forma independiente, una tensión de 2,2 volt. A su vez, todos los vasos se encuentran conectados interiormente en serie, por lo que en total se obtiene una tensión nominal de 13,2 volt al vacío, o sea, cuando no hay carga alguna conectada a los bornes o postes positivo y negativo de la batería. Si desenroscamos los tapones que cubren cada vaso, tendremos acceso al interior de la batería, lo que nos permite rellenarlos con agua destilada cuando el electrolito disminuye de nivel debido a la evaporación natural que se produce con el uso de la batería.



Cuando la batería se encuentra completamente cargada tendrá algo más de los 12 volt necesarios para que se pueda poner en funcionamiento el motor eléctrico de arranque, pues si multiplicamos los 2,2 volt que proporciona de forma independiente cada vaso de la batería por los seis que tiene en total, obtendremos como resultado:

$$2,2 \text{ volt} \times 6 \text{ vasos} = 13,2 \text{ volt}$$

Sin embargo, cuando accionamos el interruptor del coche para mover el motor de arranque, debido a su alto consumo de corriente eléctrica se produce una caída de tensión, por lo cual la

batería en lugar de 13,2 volt entrega solamente 12 volt.

La cantidad de energía eléctrica que "retiene" o "acumula" una batería cuando recibe carga eléctrica se denomina "capacidad" y se mide en ampere-hora (A-h). La mayor o menor capacidad de almacenamiento de carga de una batería depende del área que tengan las placas de plomo. Una vez cargada la batería, su energía estará disponible en todo momento para arrancar el motor del coche.

Las baterías de plomo-ácido son, por norma general, las más utilizadas en los coches. Este tipo de batería tiene la característica de ser reversible, o sea, que una vez descargada se puede volver a cargar, lo que permite reutilizarla una y otra vez, tal como ocurre en los coches y otros vehículos automotores.

Carga de la batería en el coche



Alternador (generador de corriente eléctrica alterna), que suministra la energía eléctrica necesaria y mantiene, a su vez, la carga de la batería. En la foto se puede observar la correa que acopla el alternador con el motor principal del coche

En los coches y otros vehículos automotores, el dispositivo encargado de mantener constante la carga de la batería es un alternador de corriente eléctrica que funciona acoplado al motor principal por medio de una correa. En los antiguos coches esa misma función la realizaba un generador de corriente directa (C.D.) o continua (C.C.), conocido también como dinamo. Una vez que el motor del coche se encuentra en funcionamiento, el acoplamiento por correa proporciona que el rotor del alternador gire, generando así corriente eléctrica alterna. Un conjunto de diodos rectificadores colocados a la salida del alternador se encarga de rectificar o convertir la corriente alterna en corriente directa o continua, sustituyendo así la antigua función que hacían los generadores de corriente directa. De esa forma la carga que va perdiendo la batería el alternador la restituye constantemente. Además, una vez que el motor principal del coche arranca, el alternador es el encargado de continuar suministrando toda la energía eléctrica que requieren para su funcionamiento el resto de los equipos y dispositivos eléctricos del coche.

Sin embargo, si por cualquier motivo imprevisto no podemos arrancar el motor principal porque la batería se ha descargado, podemos pasar momentáneamente energía eléctrica desde la batería de otro coche que la tenga cargada hasta el nuestro, para poder poner accionar el motor eléctrico de arranque. Todos los coches, ya tengan motor de gasolina o diesel, requieren de este motor eléctrico para poder poner en funcionamiento el motor principal. Para solucionar este problema de forma momentánea, estableceremos un puente eléctrico entre las baterías de ambos coches, empleando dos cables para baterías, provistos con sus correspondientes pinzas de conexión en sus extremos. Al colocar esas pinzas en los bornes o postes de cada batería podremos pasar corriente

eléctrica a nuestro coche, lo que nos permitirá accionar el motor. Generalmente uno de los cables para baterías es de color rojo y se conecta a los bornes positivos de ambas baterías (+), mientras que el otro es negro y se conecta a los bornes negativos (-).

Precauciones que se deben tomar cuando manipulamos baterías de plomo-ácido

Establecer un puente eléctrico entre dos baterías es una operación fácil de realizar y no se debe convertir en una tarea peligrosa. Sin embargo, no es menos cierto que se pueden correr riesgos innecesarios para la integridad personal si no se toman algunas precauciones que se enumeran a continuación.

Cuando una batería que ha estado funcionando normalmente en nuestro coche se queda descargada y su caja no presenta señales externas de deterioro o daños físicos (rotura, fisuras, golpe), ni el electrolito se ha derramado por fuera, seguramente no se correrá ningún riesgo para establecer el puente eléctrico e interconectarla con otra batería.

No obstante, se recomienda siempre manipular las baterías de plomo-ácido en una zona al aire libre, es decir en la calle o en cualquier otro lugar a la intemperie y **NO FUMAR NUNCA** cuando las estemos manipulando. Si en lugar de realizar las operaciones al aire libre las queremos efectuar bajo techo como, por ejemplo, dentro de un garaje, deberá existir siempre una buena circulación de aire o ventilación y, preferiblemente, mantener las puertas y/o ventanas abiertas.

La razón para tomar esas medidas es que del interior de la batería puede desprenderse hidrógeno (H), gas altamente explosivo, como resultado de la reacción química del electrolito. En ese caso, si al colocar las pinzas en los bornes salta una chispa y coincide ese momento con un escape de hidrógeno, lo más probable es que se produzca una explosión que puede ocasionar severas lesiones personales.

Tampoco se debe establecer el puente eléctrico entre dos baterías si existe la sospecha que el electrolito de la que se encuentra descargada está congelado por haber estado estacionado el coche en la calle con temperaturas bajo cero. Si se tiene esa sospecha, **NO REALICE NUNCA** el puente entre ambas baterías, ni la someta tampoco a ningún proceso de carga en esas condiciones, porque resulta igualmente peligroso, incluso después que se ha descongelado, porque puede haber sufrido daños internos.

Cuando el electrolito se congela, el agua que contiene se solidifica y se expande, pudiendo deformar y poner en cortocircuito las placas de plomo que se encuentran alojadas dentro de la caja de la batería, por lo que se puede producir una explosión si se le aplica carga.

El punto de congelación del electrolito de una batería descargada se sitúa a unos $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{F}$ aproximadamente), siendo dicho punto inversamente proporcional a la carga. Es decir, cuando una batería se encuentra completamente cargada, el electrolito requerirá una temperatura mucho más baja llegar a congelarse.

Por tanto, si el aspecto exterior de la batería descargada es normal, no existe derramamiento externo de electrolito y no hay razón tampoco para pensar que el electrolito se encuentre congelado, entonces no habrá riesgo personal alguno en establecer el puente eléctrico entre la

batería cargada y la descargada.

Antes de establecer el puente eléctrico con los cables, asegúrese también que los tapones de cada vaso se encuentran cerrados y completamente ajustados para evitar en lo posible que se produzca algún escape de electrolito o de gas hidrógeno.

DESTACAMOS:

Si existe cualquier duda acerca del estado físico de la batería descargada o a simple vista se nota cualquier anomalía, los tapones de los vasos no ajustan o no cierran bien, o se sospecha que el electrolito pueda estar congelado porque el coche ha estado estacionado en la calle con temperaturas bajo cero, no realice el puente ni la someta a carga, porque esa operación puede ser riesgosa.

Por ejemplo, cuando la caja de la batería se encuentra dañada por alguna rajadura, o los tapones de los vasos no ajustan bien, puede existir fuga de gases de hidrógeno (H) producidos por la reacción química del electrolito. Como se explicó anteriormente, si al realizar directamente la conexión de las pinzas en los bornes o postes de la batería descargada surgiera una chispa, lo más probable en caso de haber desprendimiento de gas hidrogeno es que se produzca una explosión que hará saltar hacia afuera el electrolito alojado en el interior de la batería. La salpicadura del electrolito, por ser ésta una solución altamente corrosiva y cáustica debido al ácido sulfúrico (H₂SO₄) que contiene, puede llegar a producir graves quemaduras químicas en las manos o los brazos, así como la pérdida de la visión si la salpicadura penetra en los ojos.

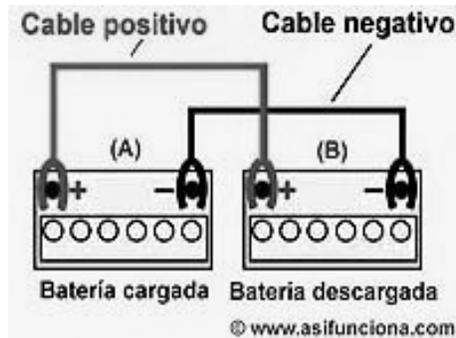
Como no siempre podemos determinar a simple vista si una batería descargada se encuentra en buenas condiciones físicas (a no ser que seamos un especialista o muy buen conocedor de la materia), se recomienda también utilizar gafas de protección al hacer el puente, así como utilizar una camisa de mangas largas y guantes apropiados a la hora de conectar las pinzas a la batería que se encuentra descargada. No obstante, lo mejor es no intentar realizar el puente ni aplicarle carga si tenemos la más mínima sospecha u observamos que la batería se encuentra deteriorada.

Generalidades

En líneas generales, interconectar o establecer un puente eléctrico entre una batería cargada y otra descargada se resume a una simple conexión eléctrica en paralelo entre ambas baterías. Si estamos seguro que la batería descargada no presenta ningún tipo de problema, el puente eléctrico se puede realizar directamente conectando una de las pinzas del cable rojo al polo positivo (+) de la que está cargada y la otra pinza igualmente al polo positivo de la que se encuentra descargada. A continuación conectaremos la pinza del cable negro al polo negativo (-) de la batería cargada mientras que la otra pinza de ese mismo cable, aunque en teoría se puede conectar directamente al borne negativo de la batería descargada, como medida de precaución veremos a continuación dónde se debe conectar para mayor seguridad personal.

Por otra parte, desde el punto de vista eléctrico no existe diferencia alguna entre conectar primero el cable a los dos bornes o postes positivos y después incluso hacerlo directamente a los dos bornes negativos de las baterías, tal como aparece en la ilustración de la izquierda, o conectar primero los dos negativos y después los positivos, siempre y cuando la batería descargada se encuentre en perfectas condiciones físicas y sin que presente derramamientos del electrolito. No

obstante, y como medida de precaución, se recomienda interconectar primero los bornes positivos y después los negativos, aunque la última conexión con la pinza del cable negro NO se debe establecer directamente en el borne negativo de la batería descargada.



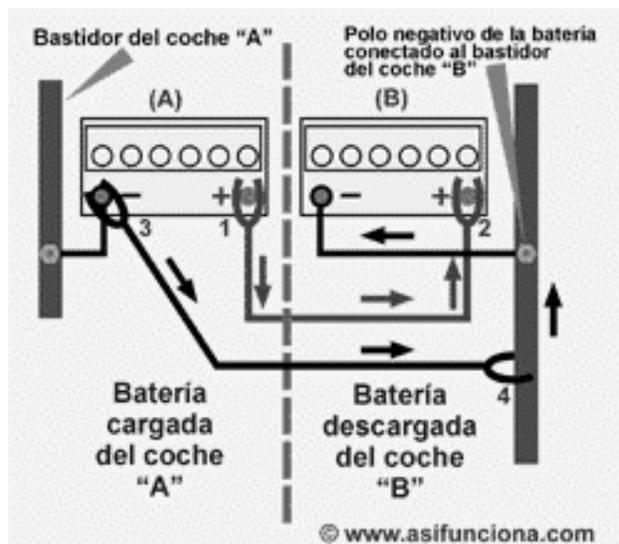
Puente eléctrico establecido entre dos baterías.

En la ilustración superior se puede apreciar un ejemplo de la forma de establecer un puente eléctrico para conectar dos baterías en paralelo, una cargada (A) y la otra descargada (B), con el fin de poder arrancar el motor del coche o vehículo automotor que la tiene descargada. Para realizar este puente es necesario emplear dos cables para baterías provistos con sus correspondientes pinzas, que permiten fijarlas a los bornes o postes de las baterías.

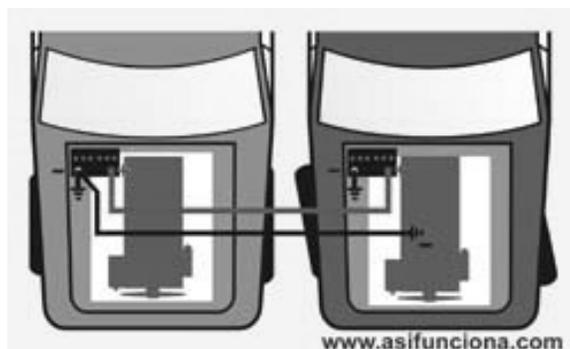
Como medida de seguridad se aconseja conectar la última pinza del cable negro (negativo), a un punto metálico cualquiera del chasis o bastidor del coche que tiene la batería descargada y no directamente al borne negativo de ésta.

Esta simple precaución evitará que si al conectar dicha pinza directamente al borne de la batería salta una chispa, se pueda producir una explosión de existir alguna fuga de gas hidrógeno (H) de su interior.

No obstante, si no se encuentra ningún punto apropiado en el chasis para conectar la pinza, no quedará otra alternativa que hacerlo directamente al borne o poste negativo de la batería descargada, siempre que previamente nos aseguremos que no presente ningún tipo de deterioro



Conexión de la pinza del cable negativo al chasis o bastidor del coche.



Forma más aconsejable de realizar un puente eléctrico entre las baterías de dos coches

En la ilustración de arriba se puede observar que tanto el borne negativo de la batería "A", perteneciente al coche que la tiene cargada, como el de la "B", correspondiente al coche que la tiene descargada, se encuentran conectados al chasis o bastidor de los mismos. También se puede observar que el cable rojo se encuentra conectado directamente a los bornes o polos positivos de ambas baterías (conexiones 1 y 2). Sin embargo, el cable negro está conectado al borne negativo (conexión 3) de la batería cargada "A", mientras que el otro extremo se conecta al chasis o bastidor del otro coche para completar así el circuito eléctrico con la batería "B".

Aquellos que no poseen conocimientos teóricos de electricidad no se deben extrañar que el circuito eléctrico entre ambas baterías se pueda completar conectando la pinza negativa al chasis o bastidor del coche que la tiene descargada.

Por norma general el borne negativo de las baterías de todos los coches y vehículos motorizados se encuentran siempre conectados a algún punto del chasis o bastidor, por lo que se crea así una conexión a "tierra", "negativa" común para todos los equipos y dispositivos instalados en el coche. De esa forma los fabricantes consiguen ahorrar una buena cantidad de cables en toda la instalación eléctrica de los coches. Por esa razón, al conectar la última pinza del cable negro al chasis o bastidor del coche que tiene la batería descargada, el circuito eléctrico se establece de la misma forma que si la conectáramos directamente al polo negativo de esa batería.

A manera de información, algunos tipos de vehículo en lugar de tener conectado el polo negativo al chasis o bastidor, tienen conectado el polo positivo. Aunque no es común encontrarnos con este tipo de conexión, se recomienda asegurarnos bien que en nuestro caso el polo negativo de la batería descargada sea el que efectivamente se encuentra conectado al chasis o bastidor, pues de lo contrario cuando realicemos el puente estaremos invirtiendo la polaridad de la conexión eléctrica y se producirá un cortocircuito en la batería del coche que la tiene cargada.

Por último, antes de establecer el puente eléctrico, asegúrese también que ambas baterías sean del mismo voltaje o tensión (normalmente es de 12 volt para los coches), así como que también las dos tengan la misma capacidad de carga en ampere-hora (A-h). No obstante, la batería del coche que tiene la batería cargada y de donde vamos a tomar prestada la energía eléctrica al establecer el puente, puede tener más capacidad en ampere-hora que la que se encuentra descargada o baja de carga, pero nunca a la inversa.

PRIMER PASO



Tenga a mano un juego de cables de arranque para baterías de suficiente largo, con sus correspondientes pinzas. Estos cables permitirán realizar el puente eléctrico para pasar energía eléctrica desde la batería cargada, hasta la descargada. Generalmente uno de esos cables es rojo y el otro negro.



Las pinzas que forman parte de esos cables pueden ser de diferentes formas, pero todas deben tener la suficiente presión como para poder agarrar y sujetar firmemente los bornes o postes de las baterías. El cable color rojo, con las pinzas del mismo color, se emplea para interconectar los bornes positivos (+), mientras que el cable negro, con las pinzas también negras, se emplean para interconectar los bornes negativos (-) o “tierra” de las baterías.

Antes de realizar el puente entre las baterías de dos coches, la primera medida de seguridad es cerrar por completo el interruptor de arranque en ambos para mantener desconectado dicho circuito y aplicar después el freno de mano en cada uno. Si ambos coches poseen cambio de velocidades mecánico, sitúe también en los dos dicha palanca en posición neutral (punto muerto) o en posición “P” (Parking) si son de cambio automático

Cerciórese que todos los interruptores que ponen en funcionamiento el resto de los equipos y dispositivos eléctricos en ambos coche se encuentran en posición de apagado (OFF), principalmente los que más energía eléctrica consumen como, por ejemplo, las luces de alumbrado o faros delanteros y el climatizador o aire acondicionado (si lo tiene). También tendrán que mantenerse apagados el resto de los equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, como la radio, el ordenador de viaje, el GPS, todas las luces, etc. Es igualmente necesario evitar que cualquier ventilador o motor eléctrico auxiliar se pueda poner en funcionamiento antes de arrancar el motor principal del coche que tiene la batería descargada.

Es fundamental que mantenga siempre separadas las carrocerías de ambos coches, sin permitir que en ningún momento lleguen a tocarse para evitar que se pueda producir un cortocircuito o saltar una chispa entre ambas.

SEGUNDO PASO



Ejemplos de algunas posibles ubicaciones de la batería en los coches: 1. Parte derecha, hacia el frente y delante del motor. 2. A la izquierda, junto a la parte trasera motor. 3. Debajo del asiento trasero del coche.

Localice el lugar donde se encuentran colocadas las respectivas baterías. No siempre en todos los casos las baterías de los coches se encuentran localizadas en el mismo sitio, sino que según los modelos y marcas pueden estar colocadas en la parte trasera o en la parte delantera junto al motor. También es posible encontrar en algunos coches la batería situada debajo del asiento trasero de pasajeros.

Una vez localizadas las dos baterías, identifique sus bornes positivo y negativo. A continuación, coloque firmemente una de las pinzas del cable rojo en el borne positivo de la batería del coche que la tiene cargada. Ese borne se encuentra identificado con el signo “más” (+).



TERCER PASO



Coloque la pinza que corresponde al otro extremo del cable rojo en el borne positivo (+) de la batería del coche que la tiene descargada.

Es necesario prever que una vez colocadas las pinzas en los respectivos bornes de las dos baterías no se puedan liberar por sí solas o por descuido, para evitar que se produzca un cortocircuito si llegan a tocar alguna parte metálica del coche, tocarse entre sí, o tocar el otro borne de la propia batería.

CUARTO PASO



Una vez fijadas las dos pinzas del cable rojo a los bornes o postes positivos de ambas baterías, coloque a continuación una de las pinzas del cable negro en el borne negativo de la batería que está cargada. Ese borne se reconoce porque tiene inscrito un signo “menos” (-).

QUINTO PASO



Para finalizar la operación, fije en alguna parte metálica del bastidor, del chasis, o del propio bloque del motor del coche que tiene la batería descargada, la otra pinza que queda por conectar del cable negro. Esta última pinza se debe colocar en alguna de esas partes metálicas y que no tenga pintura para que pueda hacer buen contacto eléctrico.



Como medida de precaución, esa pinza se debe fijar algo alejada de la batería y de cualquier otro punto donde pueda existir combustible depositado. De esa forma se evitará que al hacer la conexión, si salta alguna chispa, se produzca una explosión de existir emanaciones de hidrógeno procedente de la batería.

De la misma forma, cualquier rastro de combustible depositado en algún lugar del bastidor o el motor se puede inflamar con la chispa y provocar un incendio.

También debemos cerciorarnos que el revestimiento de los cables que hemos utilizado para realizar el puente o conexión entre ambas baterías en ningún caso pueda rozar con las palas de algún ventilador, polea, correa, o con cualquier otro mecanismo que se ponga en movimiento cuando arranque el motor. Esta medida de precaución evitará que alguna de las pinzas se pueda soltar, o que se pueda dañar el forro de los cables y originar un cortocircuito.

SEXTO PASO

Una vez colocadas las pinzas y concluido el puente eléctrico entre ambas baterías es recomendable revisar de nuevo las conexiones para asegurarnos que **NO SE HAN INVERTIDO LAS POLARIDADES** de los cables.



Realizada esta última comprobación, arranque el motor del coche que tiene la batería cargada, acelere un poco y manténgalo funcionando durante algunos minutos para que la batería se recargue bien. Con esta acción evitaremos que esta batería tenga que realizar un sobreesfuerzo cuando tratemos de arrancar el motor del otro coche.

Pasado unos minutos, apague el motor de ese coche y trate, inmediatamente, de arrancar el del coche que tiene la batería descargada. Cuando arranque, acélelo un poco y manténgalo funcionando durante algunos minutos para que la batería adquiera algo de carga.

Si después de realizar varios intentos no lo logra o el motor de arranque eléctrico no tiene fuerza para hacerlo, o no hace ni siquiera el intento, revise si alguna de las pinzas se ha soltado o no está haciendo buen contacto eléctrico. Si después de realizar las comprobaciones y tratar de arrancarlo otra vez no lo logra, lo más probable es que tenga que sustituir la batería por otra ya sea nueva o que se encuentre en mejores condiciones de carga, siempre y cuando esté completamente seguro que el problema radica en la batería y no en cualquier otro elemento o mecanismo del coche que pueda estar influyendo en que no arranque. En ese caso no le quedará más remedio que buscar un electricista que revise el circuito eléctrico de arranque y el circuito de las bujías o un mecánico que revise el motor.

Si, por el contrario, logramos que el motor arranque bien desde los primeros intentos, retire entonces las pinzas de este coche siguiendo un orden inverso a cómo se colocaron y cuidando que ninguna de estas se toquen entre sí o toquen alguna parte metálica del coche.

Una vez que el motor se mantenga funcionando por algunos minutos, podremos mover ya el coche de la forma habitual.

Por lo general, después de arrancar el coche con otra batería y recorrer algunos kilómetros ésta debe recobrar parte de la carga y no presentar más problemas para volver a poner en marcha el motor. En caso de no ser así, es probable también que le falte agua destilada a los vasos, o también que la batería se encuentre ya “gastada” o “sulfatada” por haber llegado al final de su vida útil. En ese caso, si después de rellenar los vasos con agua destilada y volver a caminar con el coche unos kilómetros más

También si contamos con una batería de reserva guardada en el garaje y la mantenemos siempre a plena carga, podemos sustituirla en el coche por la que está descargada, o conectarla igualmente por medio de un puente a la batería del coche que la tiene descargada, utilizando el juego de cables de conexión al que se ha hecho referencia y siguiendo los pasos anteriormente explicados. Así es posible que no sea necesario utilizar la de un segundo coche.

DESTACAMOS:

Al accionar la llave del interruptor de arranque del motor del coche, normalmente en el panel de instrumentos del salpicadero se enciende la figura de una pequeña batería entre otras señales más, que se debe apagar una vez que el motor arranca. Si esa señal lumínica no se apaga cuando el motor ya ha arrancado, significa que el alternador no le está proporcionando corriente de carga a la batería.



La función principal de la batería es proporcionar, inicialmente, toda la energía eléctrica necesaria para que el motor eléctrico de arranque pueda poner en marcha el motor principal del coche y, esporádicamente, suministrar también energía eléctrica al resto de los equipos y dispositivos eléctricos del propio coche. Por su parte, una de las funciones del alternador es continuar suministrando la energía que requieren todos esos equipos y dispositivos, incluyendo las bujías con la que se mantiene funcionando el motor principal de gasolina después de su puesta en marcha.

La otra función del alternador es reponer la carga que va perdiendo la batería; por tanto, si el alternador no funciona de forma correcta o existe algún problema en el circuito eléctrico que impida cargar la batería, toda la demanda de energía recaerá sobre esta última. De ocurrir así y continuar circulando con el coche, la batería perderá su carga en muy breve período de tiempo y tanto el motor principal como el resto de los equipos eléctricos dejarán de funcionar.

En el caso de los coches dotados con motor diésel, como no utilizan bujías sólo requieren energía eléctrica para ponerlos en funcionamiento con la ayuda del motor eléctrico de arranque. Después continúan funcionando sin emplear corriente eléctrica, aunque la bomba de su sistema de refrigeración sí necesita un suministro continuo de energía eléctrica con el fin de evitar que dicho motor se funda por recalentamiento. El resto de los equipos y dispositivos eléctricos, así como el sistema de alumbrado de estos coches, al igual que los dotados con motor de gasolina, también requieren de un continuo suministro de energía eléctrica para que puedan funcionar.

ASÍ FUNCIONA LA GUIRNALDA o HILO LUMINOSO NAVIDEÑO

INTRODUCCIÓN



Cuando se acerca la Navidad y el Año Nuevo, las calles y tiendas lucen sus mejores galas iluminadas con decenas de bombillas o lámparas multicolores. Pero no sólo las calles y tiendas se alegran con la iluminación navideña, sino también en algunas fachadas exteriores de edificios y casas resaltan mangueras y diferentes adornos lumínicos propios de esa época del año.

Iluminación navideña de la fachada de una vivienda.

Sin embargo, en el interior de la casa la mayor atención la recibe el arbolito de navidad, con sus bolas, adornos y, sobre todo, por las guirnaldas, cadenas o hilos luminosos, repletos de bombillas incandescentes monocromáticas o de colores variados, que funcionan con iluminación fija o intermitente, es decir, mientras una guirnalda se enciende, la otra se apaga y así sucesivamente.

En la actualidad los hilos luminosos están formados por microbombillas, pero hasta la década de los años 70 del siglo pasado el tamaño de las bombillas navideñas era mucho mayor.

Además, en comparación con las actuales, las antiguas tenían un alto consumo de energía eléctrica, generaban gran cantidad de calor y eran mucho más caras que las utilizadas hoy en día.



Guirnalda o hilo luminoso de bajo consumo, como los que se utilizan en la actualidad para iluminar el árbol de navidad.

PRIMERAS BOMBILLAS INCANDESCENTES NAVIDEÑAS



(1, 2, 3 y 4) bombillas navideñas empleadas a partir de los años 30 del siglo pasado. (5) Microbombilla actual, cuyo empleo comenzó a partir de la década de los años 70 del siglo pasado. Los números 1, 2 y 3 son del tipo C-6 para utilizarlas conectadas en serie. El número (4) corresponde al tipo C-7 para conexión eléctrica en paralelo. La (2) es una bombilla del tipo que produce burbujas dentro del tubo cuando el líquido se calienta, mientras que el cuerpo de la (3) es de cristal opal. La (5), correspondiente a la microbombilla utilizada en la actualidad, se conecta generalmente en serie en las guirnaldas o hilos luminosos. Las guirnaldas de 50 microbombillas vienen normalmente de fábrica conectadas en serie, pero cuando superan esa cantidad cada guirnalda se conecta, a su vez, en paralelo, formando un circuito que se conoce como conexión "serie-paralelo".

Las personas que pasan ya de los cuarenta años seguramente recordarán cómo eran aquellas bombillas incandescentes que adornaron durante muchas décadas los árboles navideños hasta que comenzaron a ser sustituidas, a partir de la década de los años 70, por las microbombillas.

Un anuncio de finales del siglo 19 de la compañía estadounidense General Electric promocionaba entonces las bombillas miniatura Edison para alumbrado navideño. El texto resaltaba que “no eran peligrosas, no producían humo, ni despedían olores”, pues en aquella época todavía era muy común el uso de las lámparas de keroseno para el alumbrado. A continuación el anuncio aclaraba que dichas bombillas sólo se podían utilizar en viviendas que contaran con alumbrado eléctrico. Al igual que en la actualidad, esas bombillas se suministraban formando guirnaldas o cadenas luminosas.



Bombilla Edison de finales del siglo 19, utilizada en las primitivas guirnaldas navideñas

En la década de los años 30 del pasado siglo, la propia compañía General Electric y la Westinghouse introdujeron en el mercado dos tipos diferentes de bombillas incandescentes navideñas para sustituir las primitivas de Edison: una para utilizarla conectando varias en serie y otra para emplearla conectadas en paralelo.



Para diferenciar ambos tipos de bombillas, las apropiadas para conectar en serie se denominaron C-6 y tenían forma lanceolada y rosca tipo linterna (E-10). Las apropiadas para conectar en paralelo tenían, por su parte, forma más redondeada y se denominaron C-7; a diferencia de las en serie, estas otras utilizaban una rosca de mayor diámetro denominada E-12 o “rosca candelabro”.

Bombillas C-6 conectadas en serie. Cada una de las antiguas guirnaldas se componía, al menos, de ocho bombillas.

Originalmente las guirnaldas o hilos luminosos de bombillas serie estaban formadas por 8 de ellas de unos 5 watt de potencia cada una y su filamento soportaba solamente 14 volt de tensión. Esas guirnaldas estaban concebidas para ser conectadas a una fuente de tensión doméstica de 110 ó 120 volt como máximo, por lo que su consumo total de energía era de unos 40 watt/hora por guirnalda (8 bombillas x 5 watt cada una = 40 watt).

Por otra parte, si multiplicamos los 14 volt que soportaba cada bombilla por la cantidad que contenía cada guirnalda, obtendremos como resultado 112 volt (14 volt x 8 bombillas = 112 volt), que era aproximadamente su tensión o voltaje mínimo de trabajo. Aunque las guirnaldas con bombillas en serie eran un poco más baratas que las que se comercializaban con bombillas conectadas en paralelo, tenían el inconveniente que si se fundía o aflojaba una sola de ellas, el resto de las bombillas pertenecientes a esa guirnalda se apagaban.

Las guirnaldas con conexión en paralelo contenían generalmente 12 bombillas de 7 watt, por lo que el consumo de energía eléctrica ascendía a 84 watt/hora (12 bombillas x 7 watt cada una = 84 watt). Como el filamento de cada una era capaz de soportar entre 110 y 120 volt de tensión se podían conectar directamente a una misma línea de corriente eléctrica que proporcionara esa tensión o voltaje. Esas bombillas tenían la ventaja sobre las conectadas en serie, que si se fundía o se aflojaba una en la guirnalda, solamente se apagaba esa específicamente, mientras el resto permanecían encendidas.

En América las bombillas incandescentes navideñas que más se utilizaron durante la primera mitad del siglo 20 y hasta la década de los años 70 fueron del tipo C-6 y C-7, incluso con diferentes variantes como, por ejemplo, la inclusión de un tubito de cristal relleno de un líquido coloreado en las del tipo C-6, que al calentarse producía burbujas.

En Europa las guirnaldas que más se emplearon fueron también con bombillas conectadas en serie, pero en lugar de ser de cristal eran de cerámica y con forma de linternas chinas. Esas bombillas consumían unos 5 watt cada una, tenían también rosca E-10 del tipo linterna y su filamento podía soportar hasta 16 volt de tensión. Se suministraban en guirnaldas o cadenas conteniendo entre 15 y 16 bombillas, para ser conectadas a la red doméstica de 220 volt de tensión.

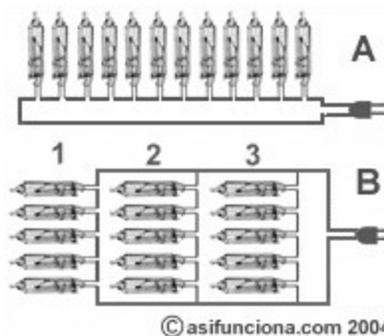
Normalmente las bombillas para conexión en serie se fabricaban pintadas exteriormente con pintura mate, mientras que las empleadas para conectarlas en paralelo se podían encontrar lo mismo con pintura mate que con superficie brillante. Ambos tipos de bombillas se suministraban en diferentes colores.

MICROBOMBILLAS NAVIDEÑAS ACTUALES

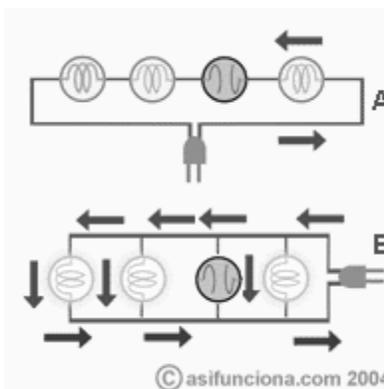
Las microbombillas que se utilizan hoy en día como adorno navideño, son también incandescentes como las primitivas de Edison, pero tienen un consumo inferior de energía eléctrica, producen menos calor y son mucho más baratas que sus antecesoras. Las guirnaldas, cadenas o hilos luminosos formados por estas microbombillas se fabrican para ser utilizadas de acuerdo con la tensión existente en la red doméstica de cada área geográfica donde se vayan a emplear, por ejemplo, 110 ó 120 volt en América y 220 volt en Europa.



Algunas de estas guirnaldas están dotadas de un transformador, que rebaja a 24 volt la tensión de trabajo. También se pueden encontrar guirnaldas formadas por bombillas tipo LED (*Light Emitting Diode* – Diodo Emisor de Luz), diferentes por completo de las bombillas incandescentes, que por su bajo consumo de energía eléctrica pueden trabajar empleando pilas como fuente de tensión.



A.- Guirnalda con microbombillas conectadas en serie. **B.-** 1, 2 y 3 son también guirnaldas conectadas en serie, que al mismo tiempo se encuentran conectadas en paralelo entre sí en el circuito eléctrico, formando lo que se denomina una conexión serie-paralelo. Normalmente cada grupo de guirnalda serie contiene 50 microbombillas, por lo que en realidad una guirnalda de 150 contiene tres grupos de guirnaldas independientes.



A.- El inconveniente que presentan las conexiones de bombillas en serie es que si se funde o se afloja una de ellas, el resto de las bombillas se apagan porque, al abrirse el filamento, la corriente eléctrica deja de circular a través del circuito, tal como ocurre cuando accionamos el

interruptor de corriente de cualquier dispositivo eléctrico. B.- Eso no sucede cuando la conexión se efectúa en paralelo, pues aunque una de las bombillas se funda o se afloje, la corriente eléctrica continúa circulando por los filamentos del resto de bombillas que se encuentren en buen estado.

En América se emplean microbombillas de 2,5 volt de tensión para formar guirnaldas o cadenas con un total de 50 en serie para conectarlas a una fuente de tensión de 110 ó 120 volt (50 microbombillas x 2,5 volt cada una = 125 volt), mientras que en Europa la misma guirnalda luminosa puede contener igualmente 50 microbombillas en serie, pero de 5 volt y 0,575 watt cada una, para conectarlas a la red doméstica de 220 volt de tensión.

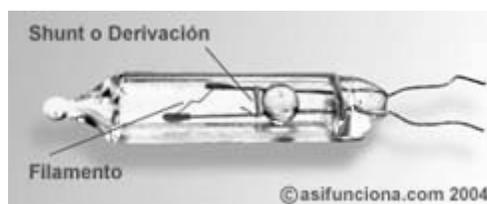
Si multiplicamos ahora 50 microbombillas por 0,575 watt obtendremos un total de 28,75 watt de consumo total de energía eléctrica por guirnalda. Nótese que una sola guirnalda antigua de sólo 8 bombillas en serie consumía 40 watt, mientras que una guirnalda actual con 50 microbombillas consume solamente 28.75 watt.

Sin embargo, podemos encontrar guirnaldas de 100, 150 o más microbombillas. En esos casos el incremento de microbombillas se soluciona haciendo una conexión serie-paralelo, es decir, cada grupo de guirnalda serie se conecta a su vez en paralelo a un cable eléctrico.

SHUNT, DERIVACIÓN O PUENTE

Algunas guirnaldas o hilos luminosos dotados de microbombillas permiten sustituir una bombilla fundida, mientras hay otras que por ser completamente selladas no permite hacerlo.

A diferencia de las antiguas lámparas navideñas para conexión en serie, que al fundirse el filamento de una de ellas el resto de la guirnalda se apagaba, las microbombillas actuales son autofusible, es decir, que cuando se funde el filamento y se interrumpe el paso de la corriente eléctrica a través del mismo, se forma de inmediato un puente por donde continúa fluyendo la corriente eléctrica. De esa forma sólo queda apagada la bombilla afectada.



Ese puente, “*shunt*” o también “derivación” constituye un tipo de alambre conectado a los dos electrodos que soportan el propio filamento hasta que se funde.

El alambre que forma el *shunt* está recubierto por una sustancia que ofrece una alta resistencia al paso de la corriente cuando el filamento de la bombilla se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento.

Sin embargo, cuando el filamento se funde y queda abierto el circuito, la corriente que ya no puede atravesarlo, trata de encontrar de inmediato otro camino y es en ese momento cuando entra en acción el *shunt*.

Cuando la corriente trata de atravesar la resistencia que ofrece el shunt, provoca que la capa de que recubre el alambre y que ha impedido hasta ese momento su paso se destruya, restableciéndose así la circulación de corriente la eléctrica a través del propio shunt. De esa forma, aunque interiormente la bombilla se encuentra apagada por carecer ya de filamento, este puente auxiliar que se crea permite que la corriente continúe llegando al resto de las bombillas, manteniéndolas encendidas.

En las guirnaldas que permiten sustituir las bombillas fundidas por otras en buen estado de funcionamiento, lo más recomendable es cambiarla enseguida que se funde. Sin embargo, en aquellas que poseen microbombillas selladas, la que se encuentre fundida no será posible sustituirla, aunque ese inconveniente no afectará que el resto de las bombillas continúen alumbrando normalmente una vez que entra en acción el shunt interno de la bombilla dañada.

GUIRNALDAS CON ILUMINACIÓN INTERMITENTE

El principio de funcionamiento de las luces intermitentes se basa en un dispositivo formado por dos placas metálicas que al calentarse se comban o deforman y abren el circuito eléctrico.

En las antiguas guirnaldas este dispositivo se instalaba en el propio tomacorriente, pero en las actuales una de las microbombillas contiene en su interior la placa bimetálica que permite abrir y cerrar el circuito en sustitución del antiguo dispositivo externo.

Observe el movimiento de la placa bimetálica interna. Cuando ésta se enfría y toma su posición normal, la microbombilla se enciende. Una vez que el filamento calienta la lámina ésta se comba, el circuito se abre y la microbombilla se apaga.

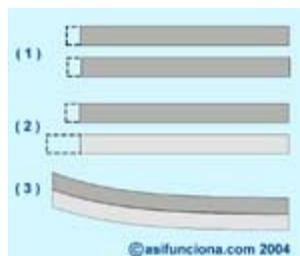


Cuando el calor que disipa el filamento calienta la placa bimetálica, esta se comba, abre el circuito y se apagan el resto de las microbombillas de la guirnalda al abrirse el circuito. Una vez que la placa se enfría el circuito eléctrico se cierra de nuevo y todas las microbombillas de la guirnalda se encienden y así sucesivamente.

Cada guirnalda intermitente posee una sola de esas microbombillas, que actúa para las demás como interruptor térmico de la corriente eléctrica.

Cuando tenemos dos láminas de un mismo metal y las calentamos simultáneamente, la dilatación que ambas sufren será pareja. Si a continuación una de las placas la sustituimos por otra compuesta por un metal o aleación de metales de mayor coeficiente de dilatación térmica y las volvemos a calentar al unísono, veremos que esta última sufre más dilatación que la anterior.

Pero si después unimos ambas placas por medio de remaches o por puntos de soldadura, de forma tal que obtengamos una sola placa bimetálica y le aplicamos de nuevo calor, veremos cómo el metal de mayor dilatación se comba en sentido de la placa de menor dilatación térmica.



1.- Dos placas metálicas con igual coeficiente de dilatación se dilatan de forma pareja al someterse a una alta temperatura. **2.-** Dos placas metálicas con diferente coeficiente de dilatación, no se dilatarán igual. **3.-** Si dos placas de diferente coeficiente de dilatación se remachan o sueldan, cuando se someten a una alta temperatura la dilatación del metal de mayor coeficiente de temperatura hará que la placa "bimetálica" que se ha formado, se combe.

De esa forma una placa bimetálica puede hacer función de interruptor de la corriente eléctrica, pues cuando está fría el circuito se mantiene cerrado, pero cuando se calienta, lo abre. Generalmente uno de los metales empleados para obtener una placa bimetálica está formado por una aleación de hierro y níquel, mientras que el otro es de latón.

GUIRNALDAS MÁS COMPLEJAS

Además de las guirnaldas o hilos luminosos de encendido fijo y de encendido intermitente, existen otras provistas de diferentes efectos más complejos.

Generalmente estas son guirnaldas compuestas por aproximadamente 160 microbombillas y provistas con un controlador electrónico que contiene un circuito integrado capaz de efectuar entre 8 y 16 funciones o variaciones lumínicas, e incluso emitir música navideña sintetizada. El controlador que vemos en la foto puede ejecutar 8 funciones diferentes.

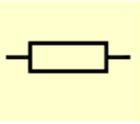


Normalmente esas guirnaldas están compuestas, a su vez, por tantos grupos de guirnaldas como transistores o "triac" estén conectados al circuito integrado. Cada triac está programado para crear diferentes efectos luminosos en cada una de las guirnaldas que componen el conjunto en total.

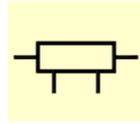
Entre algunos de los efectos que pueden tener programado los triac se encuentran la formación de ondas, combinaciones de encendidos y apagados, secuencias, encendido paulatino, persecución, desvanecimiento, parpadeo, iluminación fija, etc. Por lo regular esas guirnaldas funcionan con 12 ó 24 volt que le proporciona un transformador de tensión que se conecta, a su vez, a una red doméstica de 110 - 120 volt, o de 220 volt, de acuerdo con la tensión eléctrica existente en cada país.

SÍMBOLOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

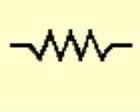
RESISTENCIAS



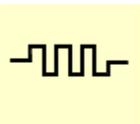
Símbolo general de la resistencia



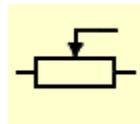
Resistencia con tomas adicionales de corriente



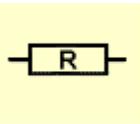
Se utiliza también como símbolo general de la resistencia



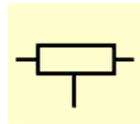
Resistencia no inductiva



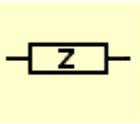
Potenciómetro



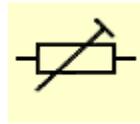
Resistencia no inductiva



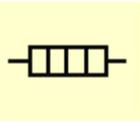
Potenciómetro fijo



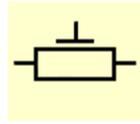
Resistencia de impedancia



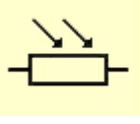
Resistencia ajustable



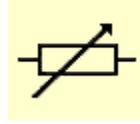
Resistencia de calefacción



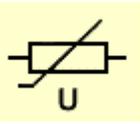
Resistencia ajustable



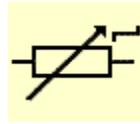
LDR *



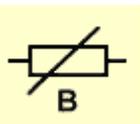
Resistencia variable



VDR **



Resistencia variable escalonada



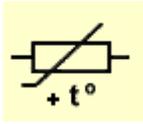
Resistencia dependiente de un campo magnético

* **LDR** - *Light Dependant Resistor* - Resistencia dependiente de la luz.

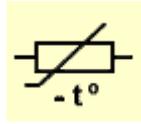
** **VDR** - *Voltage Dependant Resistor* - Resistencia dependiente de la tensión

TERMISTORES

Termómetros de resistencia de silicio (Si)



PTC*

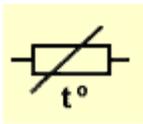


NTC**

* **PTC** - *Positive Temperature Coefficient* - Resistencia de coeficiente de temperatura positivo.

** **NTC** - *Negative Temperature Coefficient* - Resistencia de coeficiente de temperatura negativo.

Termómetro de resistencia de platino (Pt)

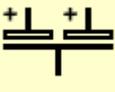


RTD*

* **RTD** - *Resistance Temperature Detector* - Resistencia detectora de temperatura.

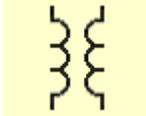
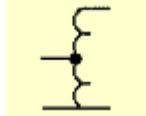
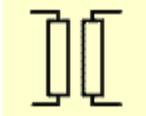
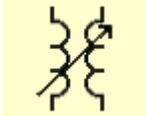
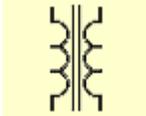
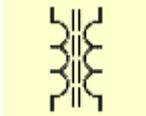
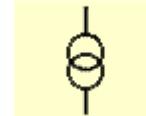
Esta resistencia también se le conoce como **PRT** - *Platinum Resistance Thermometer* - Resistencia de platino termómetro.

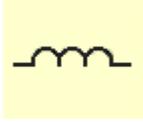
CONDENSADORES o CAPACITORES

	Símbolo general del condensador o capacitor no polarizado
	Símbolo general del condensador variable
	Se utiliza también como símbolo general del condensador no polarizado
	Condensador variable en tándem
	Condensador electrolítico polarizado
	Condensador variable de armadura doble
	Condensador electrolítico polarizado
	Condensador ajustable (trimmer)
	Condensador electrolítico polarizado
	Condensador pasante
	Condensador electrolítico doble, polarizado
	Condensador sensible a variaciones de tensión (polarizado)
	Condensador con armadura anclada a masa o tierra
	Condensador sensible a la temperatura (polarizado)

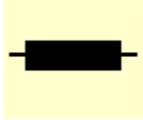
TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

A continuación aparece una relación de símbolos con los cuales se pueden representar en los planos de instalaciones eléctricas los transformadores de empleados para aumentar o disminuir tensiones o voltajes de corriente alterna, así como para medir intensidades eléctricas.

	Transformador (bobina) con núcleo de aire		Autotransformador
	Transformador (bobina) con núcleo de aire		Autotransformador
	Transformador (bobina) con núcleo de aire		Autotransformador
	Transformador de acoplamiento ajustable		Transformador ajustable
	Transformador con núcleo de hierro		Transformador ajustable
	Transformador con núcleo de ferrita		
	Transformador de intensidad (corriente)		
	Transformador ajustable con núcleo de ferrita		
	Transformador de intensidad (corriente)		
	Transformador apantallado o blindado		
	Transformador de intensidad (corriente)		Transformador de fuerza

BOBINAS

Bobina - Símbolo general.



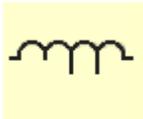
Se utiliza también como símbolo general de la bobina.



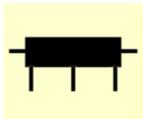
Bobina con núcleo de hierro-silicio (FeSi).



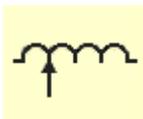
Bobina con núcleo de ferrita.



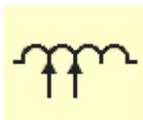
Bobina con tomas fijas de corriente.



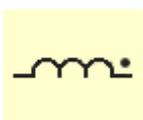
Bobina con tomas fijas de corriente.



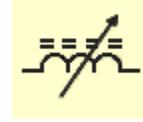
Bobina variable.



Bobina variable escalonada.



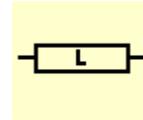
Polaridad de enrollado



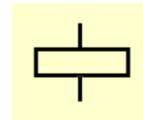
Bobina de núcleo variable.



Bobina ajustable.



Inductancia.



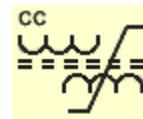
Bobina de accionamiento



Bobina blindada.



Bobina deflectora.



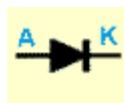
Bobina con núcleo saturable.



Bobina de electroimán.

SÍMBOLOS ELECTRÓNICOS - DIODOS

DIFERENTES TIPOS DE DIODOS



Diodo rectificador común



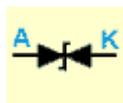
Diodo rectificador de onda completa



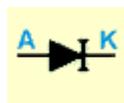
LED* * (*Light Emitting Diode - Diodo Emisor de Luz*)



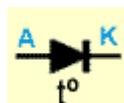
Diodo láser



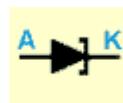
Diodo supresor de tensión



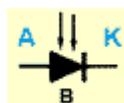
Diodo de intensidad constante



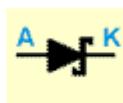
Diodo sensible a la temperatura



Diodo túnel



Diodo magnético



Diodo Schottky



Diodo bidireccional NPN



Diodo bidireccional PNP

FOTODIODOS



Fotodiodo común



Fotodiodo PNP

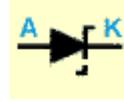
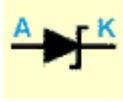


Fotodiodo NPN

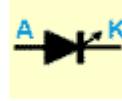
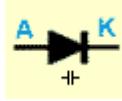
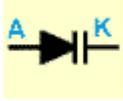


Fotodiodo PNP de cátodo común

DIODOS ZENER



DIODOS VARICAP



EJERCICIOS: EL USO DEL CODIGO DE COLORES PARA LA RESISTENCIA

Usando lápices de colores pintar los rectángulos mostrados abajo que servirán de base para los ejercicios. De esta manera pintar las bandas con el color que corresponda al valor calculado para la resistencia.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Black	Brown	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Violet	Gray	White

Step 1: Aprenderse los colores

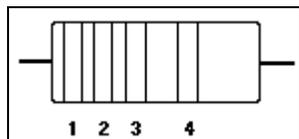
1%	2%	5%	10%	20%
Brown	Red	Gold	Silver	No-Color

Step 2: Aprenderse las tolerancias

Step 3: Do the exercises below. (Cheating gets you nowhere :-))

Gold	Orange	Gray	Silver

Para los rectángulos de la izquierda utilizar colores apropiados que permitan diferenciar el oro del naranja y el gris de la plata



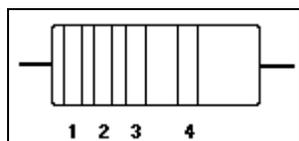
1st band: _____ brown, black, brown, gold

2nd band: _____

3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

1) Answer: _____



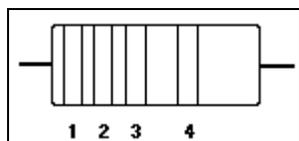
1st band: _____ red, red, orange, gold

2nd band: _____

3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

2) Answer: _____



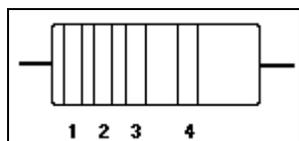
1st band: _____ red, red, red, gold

2nd band: _____

3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

3) Answer: _____



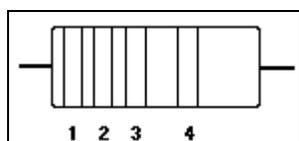
1st band: _____ red, violet, red, gold

2nd band: _____

3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

4) Answer: _____



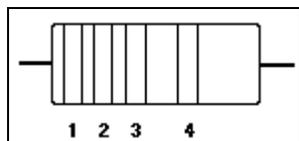
1st band: _____ yellow, violet, orange, gold

2nd band: _____

3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

5) Answer: _____



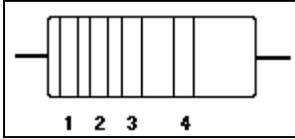
1st band: _____ yellow, violet, yellow, gold

2nd band: _____

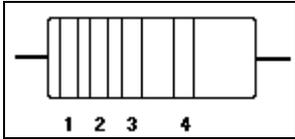
3rd band: _____

4th band, tolerance in %: _____

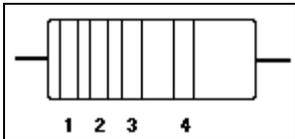
6) Answer: _____



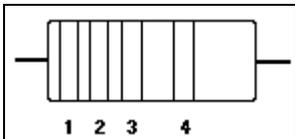
1st band: _____ green, blue, brown, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
7) Answer: _____



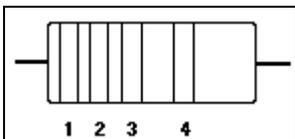
1st band: _____ green, blue, red, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
8) Answer: _____



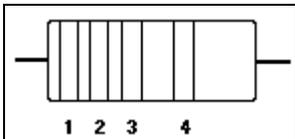
1st band: _____ orange, orange, yellow, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
9) Answer: _____



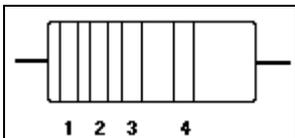
1st band: _____ brown, black, blue, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
10) Answer: _____



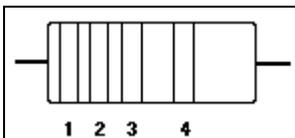
1st band: _____ orange, white, blue, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
11) Answer: _____



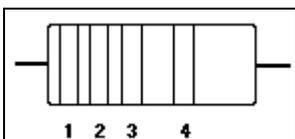
1st band: _____ brown, black, green, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
12) Answer: _____



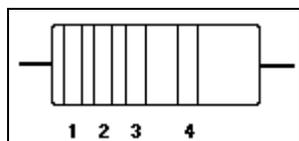
1st band: _____ gray, blue, brown, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
13) Answer: _____



1st band: _____ brown, black, black, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
14) Answer: _____

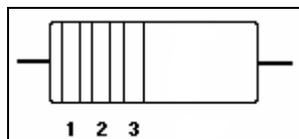


1st band: _____ brown, red, red, brown
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____
15) Answer: _____



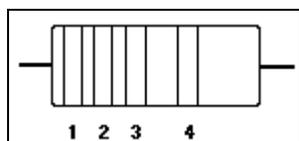
1st band: _____ red, red, red, red
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

16) Answer: _____



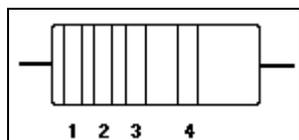
1st band: _____ violet, green, black
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

17) Answer: _____



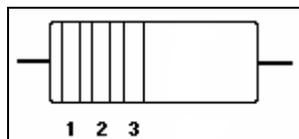
1st band: _____ brown, black, yellow, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

18) Answer: _____



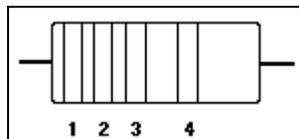
1st band: _____ brown, black, red, silver
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

19) Answer: _____



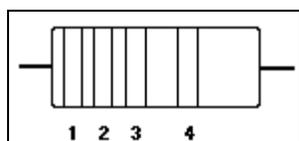
1st band: _____ red, violet, blue
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

20) Answer: _____



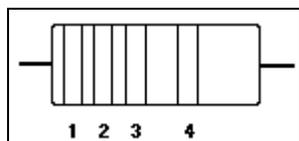
1st band: _____ brown, black, gold, red
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

21) Answer: _____



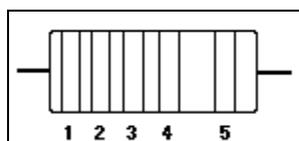
1st band: _____ red, violet, gold, brown
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

22) Answer: _____



1st band: _____ green, blue, gold, gold
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band, tolerance in %: _____

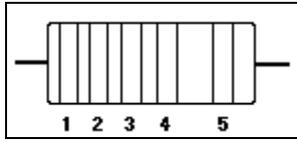
23) Answer: _____



1st band: _____ brown, white, yellow, brown, brown
 2nd band: _____
 3rd band: _____
 4th band: _____

5th band, tolerance in %: _____

24) Answer: _____



1st band: _____ yellow, gray, violet, red, brown

2nd band: _____

3rd band: _____

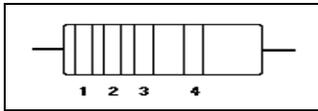
4th band: _____

5th band, tolerance in %: _____

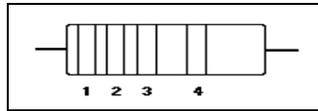
25) Answer: _____

To get familiarized with abbreviations in values, I used below 4700 or 4K7, 1000 or 1K, which is all the same. Every thousand (1000) is called a 'K' which stands for 'Kilo'. The 'M' stands for 'Mega' (million). 1 Mega is 1000K or 1000 000 ohms. So 4K7 means 4 thousand and 7 hundred or 4700 ohms. 6K8 means 6 thousand and 8 hundred or 6800 ohm. One more example, 1M2 means 1million and 200.000 or 1.200000 ohms. Here are couples more: 1K92=1.92K=1920 ohms, 100E=100 ohms, 19K3=19.3K=19300 ohms, 1M8=1.8M, etc., etc. These abbreviations you find everywhere in the industry, schematics, diagrams and whatever. It is normal and takes a bit of time to get used to.

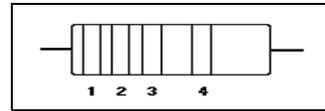
150 ohm, 5% =



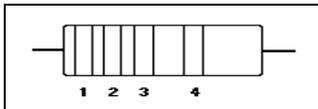
270 ohm, 5% =



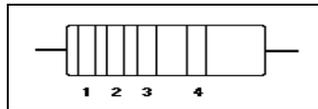
3300 ohm, 5% =



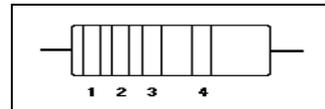
10 ohm, 1% =



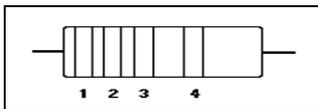
470 ohm, 2% =



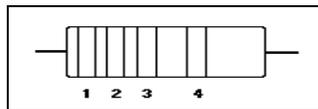
6800 ohm, 10% =



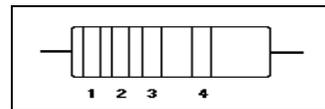
3K3, 5% =



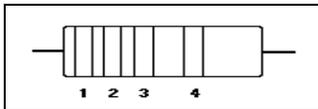
1K, 5% =



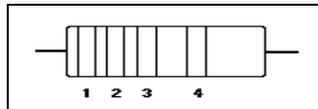
150 ohm, 1% =



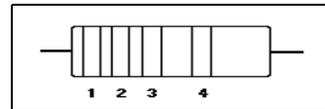
2M9, 10% =



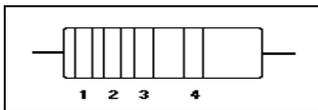
10M, 10% =



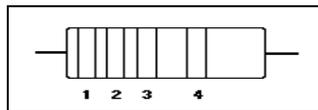
1 Mega Ohm, 5% =



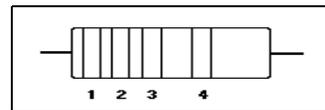
1 ohm, 1% =



3M9, 20% =



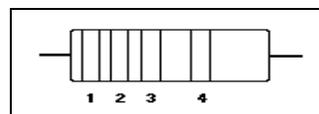
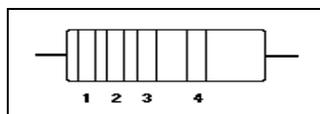
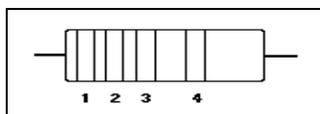
1200 ohm, 5% =



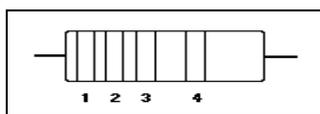
1K2, 5% =

220 ohm, 1% =

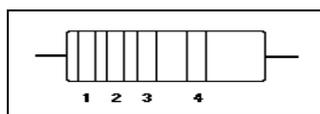
3300 ohm, 2% =



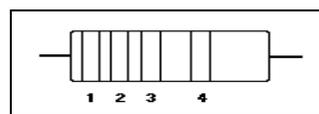
47 ohm, 5% =



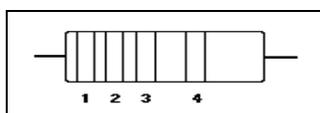
390 ohm, 5% =



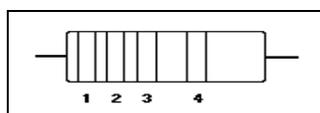
3900 ohm, 2% =



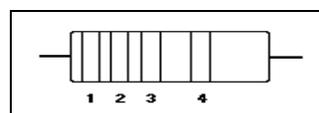
100.000 ohm, 5% =



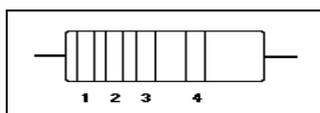
10K, 5% =



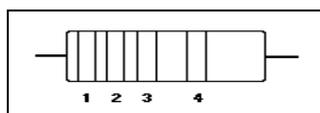
10.000 ohm, 5% =



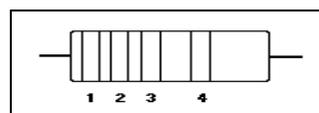
1500 ohm, 2% =



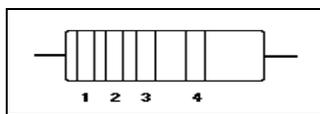
56K, 5% =



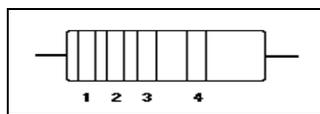
1M, 10% =



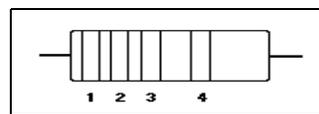
470K, 1% =



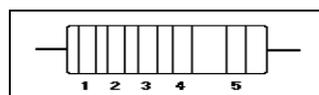
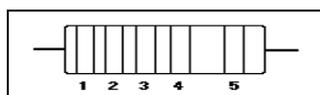
1.8 ohm, 2% =



2.2 ohm, 1% =



2K76, 1% =, 94.1K, 2% =



Resistor Formulas

In the case of surface mount resistors; since they are so tiny they feature the same coding as on capacitors. For example, if it says 103 this means 10 Kilo-ohm (10 + 3 zeros), 104 means 10 + 4 zeros (100K), 222 means 22 + 2 zeros (2K2). Easy huh?

E24 Standard Series Values (5%)

1.0	10	100	1.0K (1K0)	10K	100K	1.0M (1M0)	10M
1.1	11	110	1.1K (1K1)	11K	110K	1.1M (1M1)	11M
1.2	12	120	1.2K (1K2)	12K	120K	1.2M (1M2)	12M
1.3	13	130	1.3K (1K3)	13K	130K	1.3M (1M3)	13M
1.5	15	150	1.5K (1K5)	15K	150K	1.5M (1M5)	15M
1.6	16	160	1.6K (1K6)	16K	160K	1.6M (1M6)	16M
1.8	18	180	1.8K (1K8)	18K	180K	1.8M (1M8)	18M
2.0	20	200	2.0K (2K0)	20K	200K	2.0M (2M0)	20M
2.2	22	220	2.2K (2K2)	22K	220K	2.2M (2M2)	22M
2.4	24	240	2.4K (2K4)	24K	240K	2.4M (2M4)	
2.7	27	270	2.7K (2K7)	27K	270K	2.7M (2M7)	
3.0	30	300	3.0K (3K0)	30K	300K	3.0M (3M0)	
3.3	33	330	3.3K (3K3)	33K	330K	3.3M (3M3)	
3.6	36	360	3.6K (3K6)	36K	360K	3.6M (3M6)	
3.9	39	390	3.9K (3K9)	39K	390K	3.9M (3M9)	
4.3	43	430	4.3K (4K3)	43K	430K	4.3M (4M0)	
4.7	47	470	4.7K (4K7)	47K	470K	4.7M (4M7)	
5.1	51	510	5.1K (5K1)	51K	510K	5.1M (5M1)	
5.6	56	560	5.6K (5K6)	56K	560K	5.6M (5M6)	
6.2	62	620	6.2K (6K2)	62K	620K	6.2M (6M2)	
6.8	68	680	6.8K (6K8)	68K	680K	6.8M (6M8)	
7.5	75	750	7.5K (7K5)	75K	750K	7.5M (7M5)	
8.2	82	820	8.2K (8K2)	82K	820K	8.2M (8M2)	
9.1	91	910	9.1K (9K1)	91K	910K	9.1M (9M1)	

All material listed in this tutorial is © 2001, by Tony van Roon unless otherwise indicated.

CONVERSIONES DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL AL SISTEMA INGLÉS DE MEDIDAS

Medidas de longitud (lineales):

Convertir:

milímetros (mm) a		0,04
pulgadas (in)		0,4
centímetros (cm) a		3,3
pulgadas (in)		1,1
metros (m) a pies (ft)	Multiplicar por:	1,1
metros (m) a yardas (yd)		0,6
kilómetros (km) a		
millas (mi)		

Medidas de superficie:

centímetros cuadrados (cm ²)		0,16
a pulgadas cuadradas (in ²)		1,2
metros cuadrados (m ²)		0,4
a yardas cuadradas (yd ²)		
kilómetros cuadrados (km ²)	Multiplicar por:	2,5
a millas cuadradas (mi ²)		
hectárea (ha) (10 000 m ²)		
a acres		

Medidas de masa:

gramos (g) a onzas (oz)		0,035
kilogramos (kg) a		2,2
libras (lb)	Multiplicar por:	1,1
toneladas métricas (t) (1 000 kg)		
a toneladas cortas		

Medidas de volumen:

mililitros (mL)	0,03
a onzas fluidas (fl oz)	0,06
mililitros (mL)	2,1
a pulgadas cúbicas (in ³)	1,06
litros (L) a pintas (pt)	0,26
litros (L) a cuartos (qt)	35,0
litros (L) a galones (gal)	
metros cúbicos (m ³)	1,3
a pies cúbicos (ft ³)	
metros cúbicos (m ³)	
a yardas cúbicas (yd ³)	

Multiplicar por:**Conversión de temperaturas:**

Grados Celsius o centígrados (°C)	$^{\circ}\text{F} = 9 / 5 \times ^{\circ}\text{C} + 32$
a grados Fahrenheit (°F)	
Grados Fahrenheit (°F)	
a grados Celsius o centígrados (°C)	$^{\circ}\text{C} = 5 / 9 (^{\circ}\text{F} - 32)$
Grados Celsius o centígrados (°C)	
a grados Kelvin (°K)	
Grados Kelvin (°K)	
a grados Celsius o centígrados (°C)	$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273,16$

Equivalencia de temperaturas entre °C y °F para hornos:

Características	Temperatura	
	°C (Celsius)	°F (Fahrenheit)
Frío	90	200
Muy lento	120	250
Lento	150 - 160	300 - 325
Lento moderado	160 - 180	325 - 350
Moderado	180 - 190	350 - 375
Caliente moderado	190 - 200	375 - 400
Caliente	200 - 230	400 - 450
Muy caliente	230 - 260	450 - 500

CONVERSIONES DEL SISTEMA INGLÉS DE MEDIDAS AL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Medidas de longitud (lineales):

Convertir:

pulgadas (in) a		2,5
centímetros (cm)		30,0
pies (ft) a centímetros		0,9
(cm)		
yardas (yd) a metros	Multiplicar por:	
(m)		1,6
millas (mi) a		
kilómetros (km)		

Medidas de superficie:

pulgadas cuadradas (in ²)		6,5
a centímetros cuadrados (cm ²)		0,09
pies cuadrados (ft ²)		0,8
a centímetros cuadrados (cm ²)		2,6
yardas cuadradas (yd ²)		
a metros cuadrados (m ²)	Multiplicar por:	
millas cuadradas (mi ²)		0,4
a kilómetros cuadrados (km ²)		
acres		
a hectáreas (ha)		

Medidas de peso:

onzas (oz) a gramos (g)		28
libras (lb) a kilogramos (kg)		0,45
toneladas cortas (2 000 libras)	Multiplicar por:	
a toneladas métrica (t)		0,9

Medidas de volumen:

cucharaditas (tsp) a mililitros		5
(mL)		15
cucharadas (Tbsp) a mililitros		16
(mL)		
pulgadas cúbicas (in ³) a mililitros	Multiplicar por:	
(mL)		30
onzas fluidas (fl oz) a mililitros		
(mL)		

Medidas de volumen:

copas (c) a litros (L)	0,24
pintas (pt) a litros (L)	0,47
cuartos (qt) a litros (L)	0,95
galones (gal) a litros (L)	3,8
pies cúbicos (ft ³) a metros cúbicos (m ³)	Multiplicar por: 0,003
yardas cúbicas (yd ³) a metros cúbicos (m ³)	0,76

OTRAS CONVERSIONES

Equivalencias aproximadas entre otras medidas inglesas y su conversión a medidas del sistema métrico decimal.

Medida inglesa	Medida métrica
1 / 4 cucharadita (tsp)	1,25 mililitros (mL)
1 / 2 cucharadita	2,5 mililitros (mL)
1 cucharadita	5 mililitros (mL)
1 cucharada	15 mililitros (mL)
1 onza fluida (fl oz)	30 mililitros (mL)
1 / 4 copa (c)	60 mililitros (mL)
1 / 3 copa (c)	80 mililitros (mL)
1 / 2 copa (c)	120 mililitros (mL)
1 copa (c)	240 mililitros (mL)
1 pinta (pt) (= 2 copas)	480 mililitros (mL)
1 cuarto (qt) (= 4 copas = 32 onzas)	960 mililitros (0,96 litros)
1 galón (gal) (= 4 cuartos)	3,84 litros (L)
1 onza (oz) (de peso)	28 gramos (g)
1 / 4 libra (lb) (= 4 onzas)	114 gramos (g)
1 libra (lb) (= 16 onzas)	454 gramos (g)
2,2 libras (= 32 onzas)	1 kilogramo (kg) (1 000 gramos)

MEDIDAS Y EQUIVALENCIAS

SISTEMA METRICO DECIMAL

Medidas de superficie (lineales) y sus equivalencias en el sistema de medida inglés y en el métrico decimal:

Conversión de unidades métricas a inglesas:

1 centímetro =	0,3937	pulgada	in	(inch)
	0,0328083	pie	ft	(feet)
	10	milímetros	mm	-
	0,01	metro	m	-
1 milímetro =	0,03937	pulgada	in	(inch)
	0,001	metro	m	-
1 kilómetro =	3 280,83	pies	ft	(feet)
	1 093,61	yarda	yd	(yard)
	0,62137	milla	mi	(mile)
	1 000	metros	m	-

Conversión de unidades inglesas a métricas:

1 pulgada =	0,833	pie	ft	(feet)
	0,022777	yarda	yd	(yard)
	2,54	centímetros	cm	-
	25,4	milímetros	mm	-
1 pie =	12	pulgadas	in	(inch)
	0,33333	yarda	yd	(yard)
	0,3048	metro	m	-
	30,48	centímetros	cm	-

Conversión de unidades inglesas a métricas:

1 yarda =	36	pulgadas	in	(inch)
	3	pies	ft	(feet)
	0,9144	metro	m	-
1 milla =	5 280	pies	ft	(feet)
	1 760	yardas	yd	(yard)
	320	rods	-	(1 rod = 5,03 m)
	8	furlongs	-	(1 furlong = 200m)
	1 609,35	metros	m	
	1,60935	kilómetros	km	

MEDIDAS DE PESO

1 gramo =	0,03527	onza	oz	(ounce)
	0,001	kilogramo	kg	-
1 kilogramo =	1 000	gramos	g	-
	2,20462	libras	lb	(pound)
1 tonelada métrica =	2 204,62	libras	lb	(pound)
	1 000	kilogramos	kg	-
1 onza =	0,0625	libra	lb	(pound)
	28,35	gramos	g	-
1 libra =	16	onzas	oz	(ounces)
	453,592	gramos	g	-
	0,453592	kilogramo	kg	-

NOTA.- Las fracciones decimales están representadas por una coma y las unidades de millar por un < espacio.

USO DEL MULTÍMETRO DIGITAL.

Sin duda una de las herramientas fundamentales para un electricista es el multímetro, antes analógico (de aguja) ahora digital.



Multímetro Digital: MUL-015

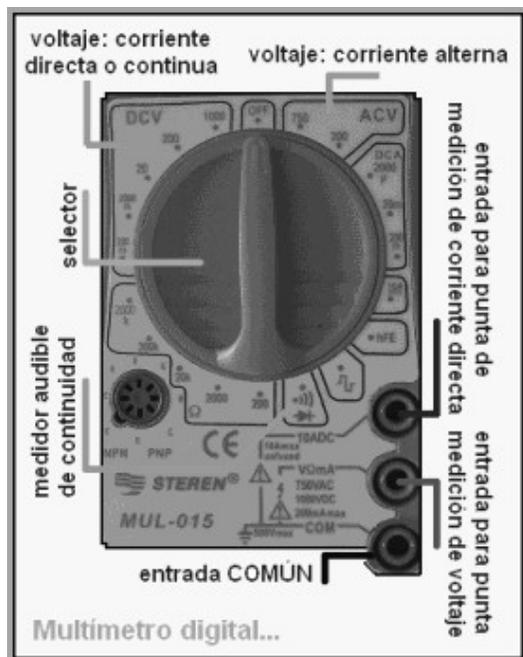
En este tema veremos algunas mediciones eléctricas -no electrónicas- las que necesita aprender cualquier persona que realice una Instalación Eléctrica Residencial y/o Comercial. Por el momento serán tres casos solamente y son los siguientes: **Medición de Voltajes en Corriente Alterna; Medición de Voltaje en Corriente Directa y Medición de Continuidad.**

El aparato dispone de varias escalas más, que más bien corresponden a otras especialidades, quizá más adelante retome el tema. Si quieres tener el manual completo te dejo un enlace [aquí...](#) en este espacio está la mayoría de los manuales y diagramas de los aparatos que vende la tienda de electrónicos. [Steren](#)

Multímetro quiere decir múltiples mediciones. Con este aparato -aunque pequeño- se pueden medir **Corrientes, Voltajes, Resistencias, Transistores, Diodos y Continuidad, tanto en Corriente Alterna como en Corriente Directa.**

Sus partes principales son: **Display o Pantalla, Selector, Carátula de funciones y escalas, Entradas y Puntas...**

Se les llama **Entradas** a los orificios en donde se insertan los conectores machos (jacks) de los cables rojo y negro, y se llaman **Puntas** a las partes que hacen contacto con los elementos a medir.



Multímetro digital...

A la izquierda te muestro con líneas verde las partes que vamos a utilizar, siendo estas las más comunes para un electricista.

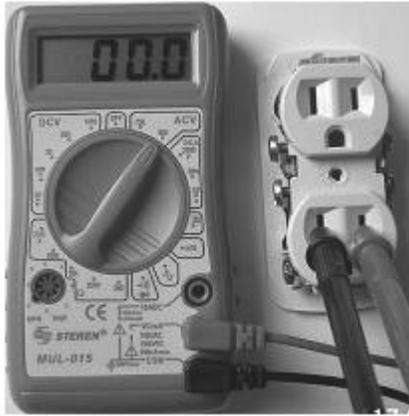
Antes de medir cualquier cosa, si ya tienes una idea de cual va a ser el resultado puedes dejar el selector en la escala aproximada, pero si lo desconoces completamente, más vale que elijas la escala más alta, ello te brindará una mejor protección del aparato...

MEDICIÓN DE VOLTAJE EN CORRIENTE ALTERNA.

La mayoría de las instalaciones eléctricas residenciales son de 127 Volts en Corriente Alterna, hay casos en donde se requieren 220 Volts para alimentar equipos de aire acondicionado, motobombas y algunos otros aparatos, pero son pocos.

La parte que mide Voltaje en C.A. de la carátula del multímetro tiene dos medidas: 200 y 750 Volts. Cualquiera de las dos puede utilizarse para medir 127 Volts en C.A...

En la imagen puedes ver la forma de medir voltaje por ejemplo en una toma de corriente, contacto o receptáculo.



1. Inserta los jacks machos en las entradas (hembra) del multímetro. El cable NEGRO siempre se inserta en la entrada identificada en la carátula como **COMún**. El cable ROJO va en una de las otras dos entradas, en este caso elige la que tiene: **VΩmA**.

2. Mueve el selector a la posición ACV en 200 Volts. Si tienes duda acerca del voltaje a medir entonces selecciona la escala de 750 Volts.

3. Inserta las puntas en los orificios o ranuras del contacto. En la pantalla aparecerá un voltaje aproximado a 127 Volts. Difícilmente será esta misma cantidad ya que varía

dependiendo de las condiciones de tu instalación y de la cantidad de energía aportada por la C.F.E.

Si intercambiaste las puntas (cables rojo y negro) a la hora de insertarlas en la toma de corriente no hay problema. Pero si conectaste una de ellas (jack macho) en la otra entrada del multímetro (para medir Amperes) o bien elegiste otra escala con el selector, probablemente tendrás que estrenar multímetro.

MEDICIÓN DE VOLTAJE EN CORRIENTE DIRECTA.

La mayoría de las mediciones en **Corriente Directa** son para pilas (baterías alcalinas, o de otros elementos comunes). Generalmente estos valores son de 1.5, 6, 9 y 12 Volts. Puede darse el caso que tengas que medir las salidas de un convertidor de varios voltajes en Corriente Directa, pero en cualquier caso debes estar perfectamente seguro que se trata de ese tipo de corriente.

Aparatos de Corriente Directa en una Instalación Eléctrica Residencial que la requieran de una toma de corriente "normal" no los hay, además la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) no la suministra en sus líneas ya que todas son de Corriente Alterna.

Por todo lo anterior, la parte que mide Corriente Directa o Continua de un multímetro a nivel residencial solo se utiliza para medir voltajes en baterías, pilas o acumuladores, o en algunos casos para hacer mediciones en electrónica.

La escala que mide Voltaje en C.D. de la carátula tiene cinco medidas: 1000 V, 200 V, 20 V, 2000 mV y 200 mV.

En la imagen puedes ver la posición del selector y la forma de medir voltaje por ejemplo en una batería común doble A.



1. Inserta los jacks machos en las entradas (hembra) del multímetro. El cable NEGRO siempre se introduce en la entrada identificada en la carátula como: COMún. El cable ROJO va en una de las otras dos entradas, en este caso elige la que diga **VΩmA**.

2. Mueve el selector a la posición DCV en 20 Volts.

3. Coloca la punta ROJA en la cabeza de la batería (siempre es la Terminal positiva) y la punta NEGRA en la parte plana de la batería (siempre es la Terminal negativa). En la pantalla aparecerá un voltaje aproximado a 1.5 Volts, difícilmente será esta cantidad

ya que varía dependiendo de lo descargada que esté la batería.

Si intercambiaste las puntas (cables rojo y negro) a la hora de colocarlas en la batería no hay problema.

MEDICIÓN DE CONTINUIDAD EN DIFERENTES DISPOSITIVOS.

Sin duda esta es una aplicación extraordinaria del multímetro. Medir continuidad significa detectar fallas en un dispositivo o en una instalación eléctrica de cualquier tipo. Solo debes tener algunos cuidados al hacerlo.

En primer lugar, **JAMÁS** quieras medir continuidad en ningún dispositivo o en una Instalación Eléctrica que este energizado(a). **NUNCA** intentes medir continuidad en una batería, contacto, pastilla termomagnética, apagador, etc. que estén **ENERGIZADOS**, a menos que quieras estrenar multímetro.

Continuidad significa ver si una pequeña corriente que proporciona el multímetro pasa de un lado a otro de dos extremos de un dispositivo o de un alambre, de no haberla entonces el aparato pone un 1 en la pantalla, de lo contrario pone un 0 o un valor cercano a él.

La parte de la carátula del multímetro que mide Continuidad presenta un símbolo referente a sonido. Cabe mencionar que algunos multímetros muy parecidos al mostrado aquí no tienen medidor audible de continuidad, en este caso utiliza la escala de los Ohms en cualquier rango.



En la imagen puedes ver la forma de medir Continuidad por ejemplo en un Interruptor Sencillo.

1. Inserta los jacks machos en las entradas (hembra) del multímetro. El cable NEGRO siempre se introduce en la entrada identificada en la carátula como COMún. El cable ROJO va en una de las otras dos entradas, en este caso es la que dice **VΩmA**.

2. Mueve el selector a la posición que muestra el símbolo de sonido.

3. Coloca la punta ROJA en un tornillo del apagador y en el otro debes colocar la NEGRA.

Si escuchas sonido intermitente al abrir y cerrar el interruptor quiere decir que está bien, pero si el aparato se mantiene en silencio o en su defecto tiene sonido constante al accionar el interruptor entonces esta dañado, sea que este abierto o esté en corto circuito, igual está dañado.

También puedes verificar lo mismo en la pantalla del multímetro ya que si en ella aparece un valor que cambia de uno a cero (o aproximadamente cero) al “prender” y “apagar” el interruptor eso quiere decir que está en buen estado. Pero si se mantiene el UNO o el CERO a pesar de estarlo accionando, eso quiere decir que está mal.

Algunos Interruptores con fallas pueden repararse cuando tienen poco uso, pero si el dispositivo ya tiene años, más vale reemplazarlo.



Para el caso de un fusible se sigue el mismo procedimiento. En este caso al colocar las puntas una en la parte central y otra en el casquillo roscado debe verificarse continuidad.

Si acaso no hay sonido entonces la laminilla fusible interior está rota por lo cual hay que cambiar el tapón fusible. En la pantalla aparecerá o bien un cero o un uno dependiendo si la laminilla o elemento fusible esté en buen o en mal estado.

Si intercambiaste las puntas (cables rojo y negro) a la hora de colocarlas en el tapón fusible no hay problema.

Cuando se trata de un Interruptor termomagnético es semejante a un interruptor sencillo solo tienes que ver en donde colocar las puntas del multímetro. Igual, tienes que accionar la palanca del interruptor (desconectado de la instalación) para ver si hay o no sonido. El resultado debe ser el mismo que para el caso de un apagador.

© Ing. I. Guerrero.

También puedes leerme en: <http://iguerrero.wordpress.com>