

A detailed close-up photograph of an engine's air intake system. The central focus is a circular, pleated air filter with a silver metal frame. The top of the filter has a black grille with the 'Delco' logo in a stylized script. Below the filter, various metal pipes, hoses, and mechanical components of the engine are visible, including what appears to be a fuel injection system. The lighting is bright, highlighting the metallic textures and the intricate details of the engine parts.

INYECCIÓN AUTOMOTRIZ

TEORÍA Y DIAGNÓSTICO

CAPACITACIÓN IFAD

INYECCION AUTOMOTRIZ

MÓDULO 5

CONTENIDOS

“Conceptos eléctricos automotrices”

- Concepto de corriente eléctrica.
- Concepto de diferencia de potencial eléctrico (voltaje).
- Concepto de resistencia eléctrica.
- Conductores y aislantes de la corriente eléctrica.
- Ley de ohm.
- Elementos eléctricos fundamentales: Resistencias, Potenciómetros, Interruptores, Relé – Electroimán.
- Concepto de circuito eléctrico.
- El multímetro y su uso en el automotor.



CREACIÓN Y REALIZACIÓN:
CAPACITACIONIFAD.COM.AR

DIRECCIÓN EDITORIAL:
Gustavo Alfredo Zingoni

AUTOR:
Sebastian Adolfo Costa

CORRECCIÓN:
Julia Rossignol, Claudio Dobal

DIRECCIÓN ARTÍSTICA:
Diseño Gráfico: Melisa Alonso
Programación Website: Pio Zecchi

EDICIÓN:
Capacitación IFAD, Patricios 135, (8000) Bahía Blanca, Bs. As.
Argentina, 2011.

www.capacitacionifad.com.ar
contacto@capacitacionifad.com.ar

¿Qué es la electricidad?

Introducción

En el transcurso de esta obra, veremos los términos "electricidad, voltaje", intensidad de la corriente eléctrica", muchos se preguntaran que es la electricidad para comenzar?

El nombre "electrón" deriva de una palabra en griego que significa ámbar, y es que fueron ellos que en la antigüedad descubrieron el efecto natural de atracción de elementos ligeros de peso cercanos al trozo de ámbar o resina vegetal petrificada luego de ser frotada con un trozo de piel o seda natural. De dicha palabra proviene el nombre de ELECTRICIDAD a las aplicaciones que se derivan de este fenómeno e interacciones relacionadas.

Necesitamos saber que todo en el mundo material que nos rodea se compone de átomos, los átomos son los que en un número muy grande forman las sustancias, que a su vez están compuestas por uniones de estos átomos que forman las moléculas, que observamos en el mundo que nos rodea. De más está decir, que un conjunto elevado de átomos componen las moléculas, de alguna manera ocurren fuerzas que mantienen unidos a dichos átomos, para que se formen las mencionadas moléculas, y juntas formen la materia.



Recordar que un átomo neutro eléctricamente posee la misma cantidad de electrones que de protones.



Pues bien dejando el concepto de molécula, ya que no hace falta que lo veamos aquí, nos concentraremos en el átomo.

El átomo como ya se dijo es el elemento principal con que está compuesta la materia, llamamos materia a todos los objetos que pueden ser observados o palpados mediante el sentido de la vista y el tacto. Una figura representativa del átomo se puede ver en la Figura 1.

Como fuera plasmado por el físico danés Niels Bohr se acepta en la actualidad el modelo general de la estructura interna de un átomo, como formada por un núcleo en donde orbitan muy cerca del mismo los electrones. El núcleo se compone de los protones con carga eléctrica POSITIVA (además de elementos que no tienen carga eléctrica fundamental, denominados NEUTRONES) los electrones poseen una carga eléctrica propia NEGATIVA y orbitan alrededor del núcleo, mientras que los protones poseen

una carga eléctrica fundamental de signo POSITIVO y forman parte del NUCLEO, en un átomo NEUTRO o sin carga eléctrica NETA, existe la misma cantidad de electrones que de protones, se puede decir que dicho átomo, no posee carga NETA eléctrica alguna, debido a la cancelación de campo eléctrico estático que se produce al haber misma cantidad de electrones como de protones en un átomo que esta en estado NEUTRO eléctricamente.

Los electrones que giran alrededor del núcleo del átomo se mantienen cerca del núcleo por una fuerza de interacción física elemental, la cual enuncia que dos cargas eléctricas de distinto signo se atraen y dos cargas eléctricas del mismo signo se rechazan. Esto es fundamental para entender el significado de porque ocurre la electricidad estática en ciertos materiales cuando se frota entre si, efecto denominado triboelectrico, como fuera descubierto por los griegos.

Existe una regla para que la triboelectricidad se manifieste cuando se frota algunos materiales entre si, hemos dicho que las sustancias se electrifican porque sus átomos pierden o ceden electrones, pues bien para que esto ocurra en la práctica, no todos las sustancias materiales tienen esa facilidad, si un cuerpo es mas propenso a ganar electrones (carga negativa) en las orbitas de sus átomos que otro se dice que es mas negativo en la serie triboelectrica mientras que otro cuerpo mas propenso a que ceda electrones (carga positiva), será mas positivo que otro en la serie triboelectrica.

La carga eléctrica negativa de un material es producida por el exceso de electrones en relación a la cantidad de protones en los átomos considerados del material.

Figura 1. Modelo de un átomo aceptado en la actualidad.

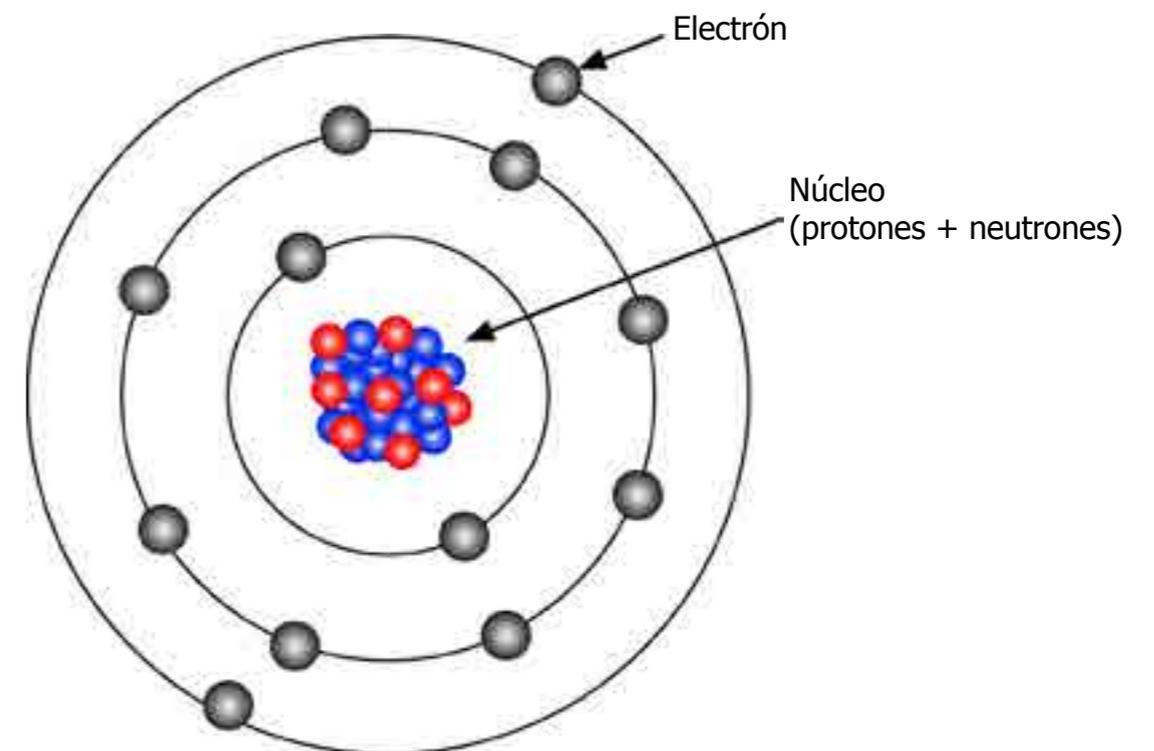
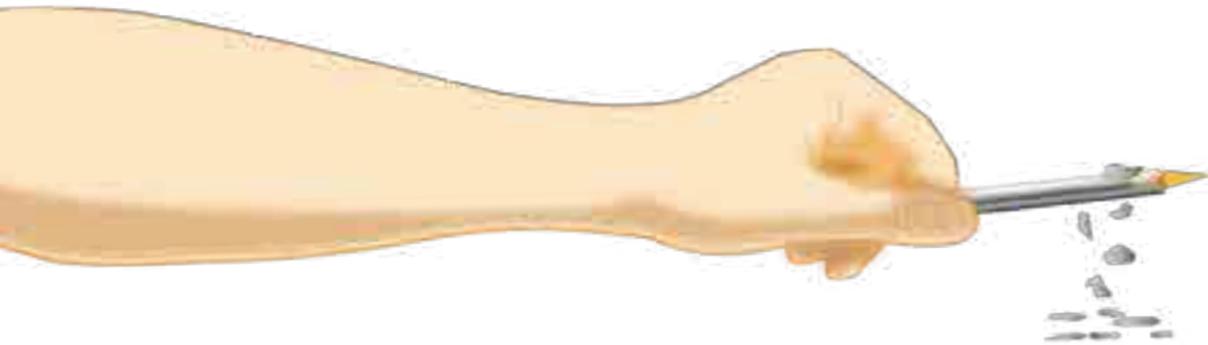


Figura 2. Ejemplo de electrificación por frotamiento en dos materiales.



A continuación veremos un listado de sustancias que se cargan de electricidad estática por efecto triboeléctrico (Notar: Que de acuerdo a la sustancias que se froten las mismas serán cargadas de carga eléctrica NEGATIVA o POSITIVA).

Tabla triboeléctrica.

Carga +		Carga -
↑	aire (seco)	ebonita
	piel Humana	teflón
	piel de conejo	azufre
	vidrio	goma dura
	cuarzo	ámbar
	cabello humano	globo de goma
	nylon	poliestireno
	lana	acrílico
	piel de gato	lacre
	seda	ámbar
	papel	madera
	algodón (carga nula)	acero (carga nula)

En la tabla anterior la **cantidad de carga eléctrica** que tomen el par de sustancias de las listadas al frotarse una entre si depende de varios motivos:

- Que las mismas pertenezcan a distinto grupo de signo de carga. Para los materiales de distinto signo mas separados (mas cercanos a la punta de la flecha en ambos grupos), mayor carga adquirirán al ser frotados entre si.
- Que la humedad entre las sustancias que se froten no sea excesiva para que no haya posibilidad de que se cancele parcialmente la carga estática entre ellas (redistribución de las cargas por la conductividad de la humedad).
- Superficie de los materiales que entran en contacto (lisa o rugosa).

En conclusión podemos decir que la carga estática por frotamiento se produce por la pérdida o ganancia de electrones por aplicación de energía, en este caso principalmente de energía mecánica (frotamiento).





>> TRANSFERENCIA DE CARGA ELECTRICA POR CONTACTO

Un material neutro puede adquirir carga eléctrica de un material cargado electro-estáticamente con el simple hecho de poner ambos en contacto físico. Como se muestra en la figura 3, al existir contacto, el material cargado transfiere parte de su carga comenzando a distribuirse las mismas entre ambos, la distribución culmina hasta que ambos materiales adquirieron la misma carga eléctrica negativa en el ejemplo de la figura.

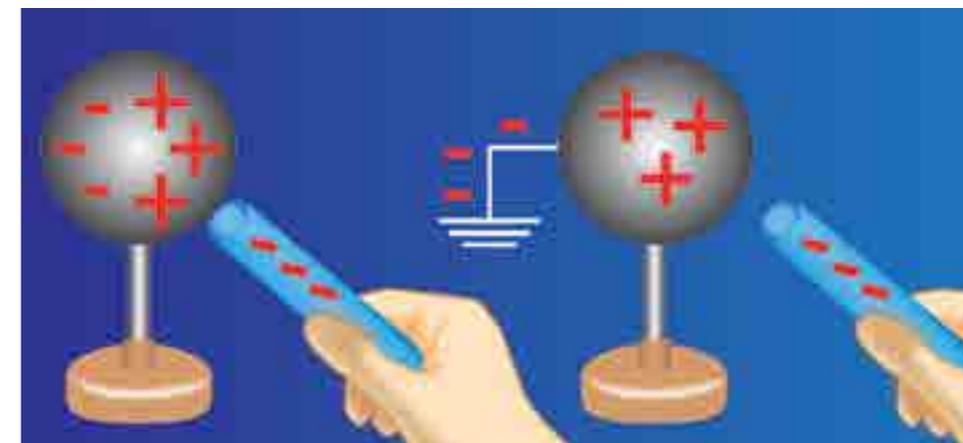
Figura 3. Transferencia de carga eléctrica negativa en ambos materiales.



>> POLARIZACION DE CARGA ELECTRICA POR INDUCCION DE CAMPO ELECTROESTATICO

En la Figura 4 vemos otro fenómeno electroestático por la inducción de carga eléctrica en este caso una esfera neutra electroestáticamente la cual sufre la polarización de carga negativa sobre el lado más cercano al material inductor que en este caso es un material cargado con cargas positivas induciendo por cercanía a la esfera no cargada, una aparición de carga negativa de la manera mencionada.

Como corolario podemos indicar que algunas actividades diarias hechas por las personas pueden generar una carga estática importante, existen estudios que para una humedad relativa del orden del **10 al 20%** es posible que el cuerpo humano almacene gran carga eléctrica estática como en los siguientes casos.



>> POLARIZACION DE CARGA ELECTRICA POR INDUCCION DE CAMPO ELECTROESTATICO

La fuerza o ley de coulomb de atracción o de repulsión entre cargas eléctricas es representación de la diferencia de potencial eléctrico que entre ellas se presenta.

- Caminando sobre una alfombra (1500V a 35000V)
- Hoja de papel saliendo de un sobre de vinilo (600V a 7000V)
- Levantando una bolsa de plástico de la superficie de una mesa (1200V a 20000V)
- Caminando sobre piso de vinilo(PVC) (250V a 12000V)
- Trabajador en su mesa de trabajo (700V a 6000V)

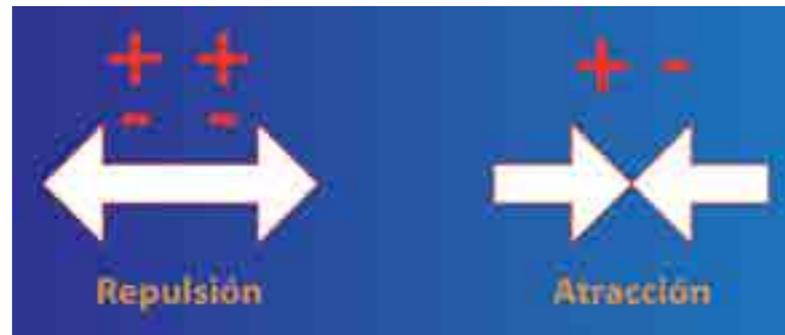


Figura 5. ATRACCION Y REPULSION DE CARGAS ELECTRICAS

Si prestamos atención estamos nombrando la diferencia de potencial que se genera entre los objetos nombrados con el símbolo de voltaje V. La relación que tiene la carga eléctrica y el voltaje indicado en los ejemplos es derivado de lo siguiente:

Recordemos que dos cargas eléctricas de distinto signo se atraen y dos cargas de igual signo se repelen. Bueno todos hemos observado la adherencia que ocurre al tratar de despegar una lámina de plástico previamente cargada por estática por frotamiento sobre la piel humana, de una superficie plana como una mesa. Esta adherencia es producida por la acción de los millares de átomos superficiales entre ambos elementos que han sido polarizados eléctrica-

mente por el frotamiento, los que ganaron electrones se transformaron en carga eléctrica NEGATIVA y los que cedieron electrones, en carga POSITIVA, por ende existe una fuerza de atracción por efecto entre las cargas mencionadas entre el material que compone la lámina y las cargas inducidas formadas de signo contrario en la superficie plana de la mesa.

La ley que representa esta situación es la denominada ley de Coulomb, que enuncia que la fuerza de interacción del tipo atracción o repulsión entre cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de sus cargas eléctricas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

>> CONCEPTO DE CARGA ELECTRICA

En el sistema internacional de unidades adoptada en el mundo, la unidad de carga eléctrica es el Culombio se lo indica mediante el símbolo C, y se lo define como la cantidad de carga que a una distancia de 1 metro ejerce una fuerza de interacción entre la misma y otra igual (en la forma como ya se explicó) de 9×10^9 Newton. De este concepto proviene la ley de atracción y de repulsión de cargas eléctricas entre sí, denominada ley de coulomb.

La unidad más elemental de carga eléctrica encontrada, es la que posee un electrón aproximadamente cercano a la cantidad de $1,602176 \times 10^{-19}$ culombios, conocida como la carga eléctrica elemental.

El valor neto de carga eléctrica de un cuerpo material, representada mediante la letra q o Q se mide según el número de electrones que posea en exceso o defecto dentro del mismo.



La diferencia de potencial eléctrico entre dos cargas de distinto signo es la diferencia de cantidad de cargas eléctricas de distinto signo que en dichos lugares existe.

>> VOLTAJE O DIFERENCIA DE POTENCIAL ELECTRICO



Vamos a ilustrar el concepto de voltaje o diferencia de potencial eléctrico basándonos en un fenómeno de polarización de las cargas eléctricas elementales (electrones) dentro de materia les que todo el mundo conoce, una lamina plástica extendida sobre una mesa y frotada con la mano en dichas condiciones adquiere carga eléctrica electrostáticamente.

La carga Q_a es la carga eléctrica neta que posee la superficie de la lámina de plástico cargada electrostáticamente.

La carga Q_b es la carga eléctrica de signo contrario que por inducción se originó en la superficie de la mesa, como esta carga inducida de forma electrostática es de signo contrario una fuerza de atracción entre la lámina plástica y la superficie de la mesa se manifestara entre ellas.

Definiremos ahora POTENCIAL ELECTRICO al trabajo que debe realizar un agente externo para mover una carga unitaria q desde la posición de referencia o la denominada "posición= inicial", hasta el punto considerado "posición=final" en contra de la fuerza eléctrica de interacción o de coulomb entre las cargas consideradas.

Basados en lo anterior nosotros debemos aplicar una fuerza de acción contraria a la EJERCIDA por la ley de coulomb para lograr separar la lámina de plástico de la superficie de la mesa, la medida o valor de dicha fuerza es representativa del trabajo que debemos ejercer para despegar la lámina de plástico de la superficie de la mesa una cierta distancia entre los mismos.

Dicho de otra manera, toda vez que un agente exterior tenga que aplicar una fuerza para separar cargas eléctricas se estará haciendo un trabajo en contra de dicha fuerza denominada de Coulomb, ese trabajo es representativo de la diferencia de la cantidad de carga electrostática que exista entre dos puntos, en este caso entre la cargas adquiridas en la lámina de plástico y en la superficie de la mesa mencionadas.

Tal como un cuerpo u objeto físico elevado por encima del nivel del suelo, acumula energía potencial, el cual si es liberado cae en dirección al suelo (fuerza de atracción gravitatoria), la misma analogía se puede hacer en el caso de una carga eléctrica Q positiva y una carga de prueba Q_0 negativa separada y mantenida en dicha posición, si se deja libre por la fuerza de coulomb la misma carga negativa Q_0 será la atraída en dirección a la carga eléctrica positiva tomada como referencia, tal como un objeto es atraído por la gravedad de la tierra. La atracción ocurre en ambos casos porque existe una diferencia de energía potencial, en el caso del contexto de cargas eléctricas, existe una diferencia de potencial eléctrico entre las cargas mencionadas, se define como diferencia de potencial eléctrico al trabajo necesario de efectuar una fuerza en el sentido contrario para mantener las cargas separadas, dicha fuerza será mayor o menor según la diferencia de potencial que entre dichas cargas se manifieste.

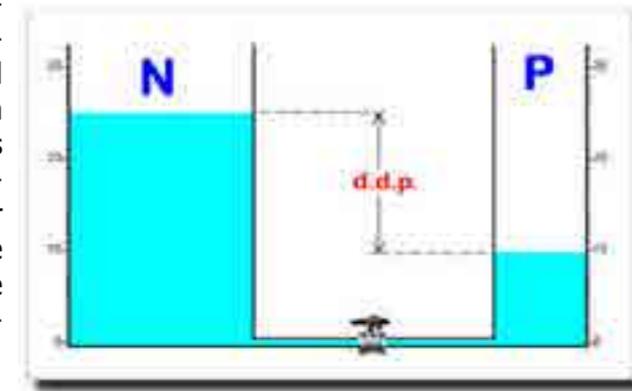


Figura 6. Concepto de voltaje eléctrico

Para separar cargas eléctricas de un material, es necesario aplicar o ejercer algún trabajo.

Voltaje o diferencia de potencial eléctrico también se lo denomina voltaje y se lo simbolizara con la letra V en referencia al vocablo "voltios", como más adelante lo trataremos.

Una analogía casi directa con la altura de líquidos en dos tanques permite interpretar mejor el concepto de voltaje eléctrico o diferencia de potencial (d.d.p) ,en la figura 6 se ve que tenemos dos tanques con distinto nivel o altura del liquido en ellos, esta diferencia de altura es el símil de una diferencia de potencial eléctrico entre extremos de un material, si accionamos la llave de paso ubicada entre los dos tanques, circulara el liquido desde el tanque N hacia el P, hasta que los niveles de altura de ambos tanques sean iguales, momento en le cual, no existirá diferencia de niveles entre ambos, o volviendo al caso eléctrico ,no existirá diferencia de potencial eléctrico o voltaje que permita una circulación o flujo de electrones.



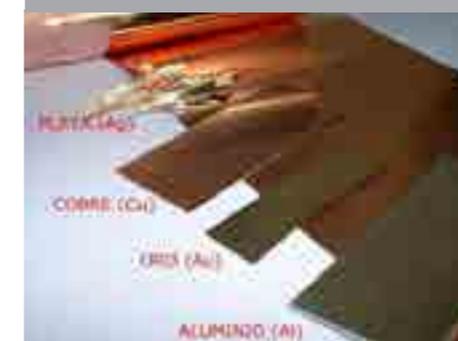
>> CONCEPTO DE CONDUCTORES Y AISLADORES

Anteriormente definimos el concepto de carga eléctrica como la variación en la cantidad de electrones en relación a la cantidad de protones que tengan los átomos no neutros en referencia a su manifestación de fuerza de atracción o repulsión electroestática. También vimos que las cargas electroestáticas quedaban definidas de forma estática o inmóvil en la superficie de cada cuerpo con carga. Cuando decimos esto es porque los electrones que transportan la carga no se liberan fácilmente y por lo tanto no pueden transportar carga eléctrica, de cada una de sus orbitas en sus átomos respectivos, a este tipo de elementos se los denomina como materiales **aisladores eléctricos**.

Figura 7. Materiales aisladores de la electricidad



Figura 8. Materiales conductores de la electricidad



Además un electrón es liberado de su orbita externa solo si se introduce una cierta energía al átomo que lo contiene, dicha energía en la practica la suele proveer un aumento de temperatura al que quede sometido el material. Pues bien, existen elementos en la naturaleza que a la temperatura ambiente poseen la particularidad de tener muchos electrones en estado débilmente ligados a sus átomos o poseen electrones libres, estos elementos son los que se clasifican como **conductores eléctricos**.

Un material que posee electrones libres en sus átomos en un material que conduce bien la corriente eléctrica o electrónica, lo denominamos buen conductor eléctrico.

Un material que no posee electrones libres en sus átomos en un material que no conduce bien la corriente eléctrica o electrónica, lo denominamos mal conductor eléctrico.

Como ejemplo de esto último podemos decir que la mayoría de los metales son buenos conductores de la electricidad puesto que poseen muchos electrones libres a la temperatura ambiente, puesto que la temperatura es otra forma de energía que logra movilizar los electrones dentro de la materia.

Los materiales o sustancias que poseen los átomos en donde los electrones están fuertemente ligados al núcleo en sus orbitas externas, se dicen que no son propensos a la conducción de un flujo de electrones por los mismos, tenemos aquí un nuevo concepto, el movimiento ordenado de los electrones de los átomos excitados por dentro de un material habilitado para serlo, tal como en un conductor constituye lo que se denomina la corriente eléctrica.

Como ilustración de cómo se produce la corriente eléctrica o de electrones dentro de un material conductor la podemos ver en la figura 5, en donde se aprecia la circulación de los electrones libres por la estructura de un material conductor eléctrico.

Los electrones que más fácilmente pueden circular libres por la estructura atómica del material se denominan electrones libres y son en la mayoría los electrones que están en la orbita más lejana del núcleo del átomo que pertenecen. En un material del tipo conductor eléctrico, el flujo o circulación ordenada de electrones se denomina flujo o corriente eléctrica.

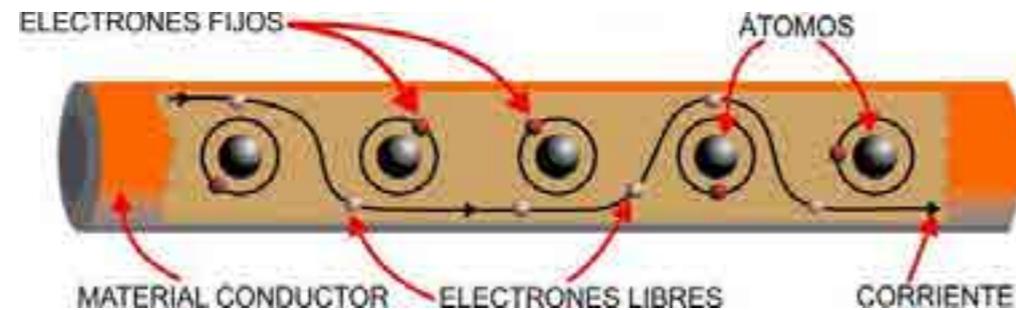


Figura 5.

>> INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Hemos explicado que el flujo o circulación de electrones por medio de un material conductor es lo que se denomina corriente eléctrica. Para que haya flujo constante de electrones por un material conductor debe existir una fuerza que mantenga el movimiento constante de electrones y el camino por donde circulen, debe ser de constitución geoméricamente cerrado, es decir el camino conductor por donde circulan no puede ser de constitución geoméricamente abierta, haciendo un símil entre los autos que circulan en el circuito automotor o pista de carreras, podemos imaginarnos que los autos son los electrones que circulan en dicho circuito.

Ahora bien, consideremos un buen material conductor en forma de alambre tal como el cobre, si unimos los extremos del mismo para así poder formar un circuito conductor de electrones de naturaleza cerrada, no notaremos que circulan electrones, debido a que no hay ninguna diferencia de potencial eléctrico en el aplicado, condición fundamental para que se establezca un flujo de electrones en el mismo.

Entonces si de alguna manera lográsemos aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre los extremos del alambre de cobre se establecerá un flujo de electrones



Para que pueda manifestarse una corriente eléctrica o de electrones es necesario establecer un circuito eléctrico o camino eléctrico por donde pueda circular.

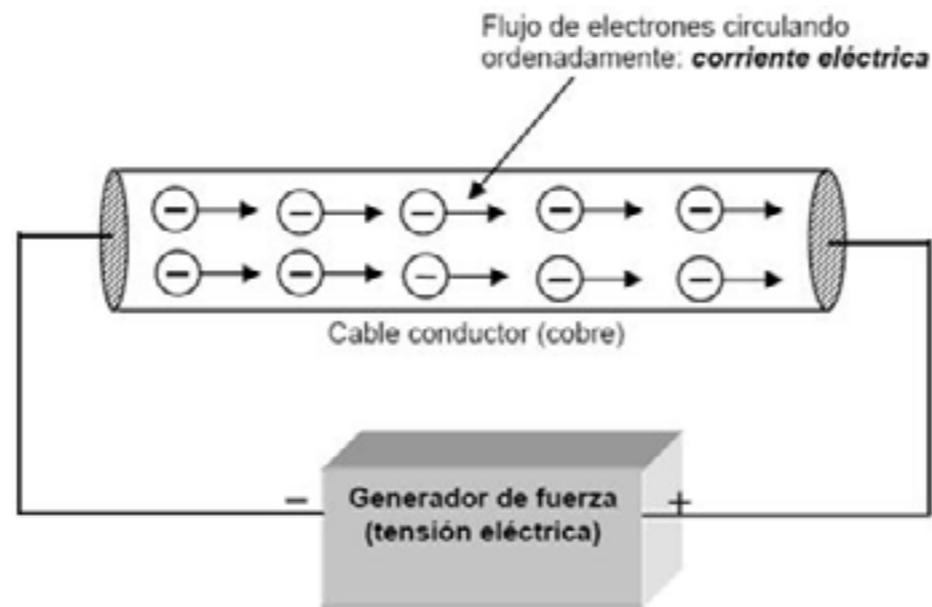
recorriendo el alambre conductor, lo que se denomina CORRIENTE ELECTRONICA (por los electrones). Formalmente se denomina intensidad de la corriente eléctrica (o electrónica) a la circulación de los (electrones) que pasan por la sección física de un material conductor (en este caso el alambre) durante el transcurso de un segundo. La intensidad de la corriente eléctrica posee una unidad y tiene como nombre el AMPER o AMPERIO y se la simboliza con la letra vocal " I o i ". Decimos que la intensidad que circula por un circuito cerrado de material conductor es de valor igual a 1 Amperio, cuando por efecto de una diferencia de potencial eléctrico dado por un generador de voltaje aplicado entre extremos del material conductor, circula en un segun

La intensidad de la corriente eléctrica posee una unidad y la denominamos como el amperio o el amper.

do una cantidad de electrones del orden de los 6×10^{18} , es decir una cantidad aproximada a la cifra equivalente al valor imposible de imaginar de 6000000000000000000 de ELECTRONES!! por segundo circulando por la sección del material conductor de la corriente eléctrica que se trate.

En la figura 10 podemos observar detalladamente la circulación de los electrones a través del circuito eléctrico cuando se le aplica una diferencia de potencial o voltaje eléctrico entre extremos.

Figura 10. Intensidad de la corriente eléctrica



Claro que en muchos casos prácticos resulta ser que la intensidad que se mide por medio de un instrumento llamado el AMPERIMETRO, podría dar valores por debajo o por encima del valor definido como 1 Amper, mas adelante se mostrara en que consiste el AMPERIMETRO y en que casos podremos encontrar las intensidades de corriente eléctrica menores y mayores al amperio definido. En la tabla que se muestra en la Figura 11 se expresa lo dicho.

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
10^{-1} A	dA	deciamperio	10^1 A	daA	decaamperio
10^{-2} A	cA	centiamperio	10^2 A	hA	hectoamperio
10^{-3} A	mA	milliamperio	10^3 A	kA	kiloamperio
10^{-6} A	µA	microamperio	10^6 A	MA	megaamperio
10^{-9} A	nA	nanoamperio	10^9 A	GA	gigaamperio
10^{-12} A	pA	picoamperio	10^{12} A	TA	teraamperio
10^{-15} A	fA	femtoamperio	10^{15} A	PA	petaamperio
10^{-18} A	aA	attoamperio	10^{18} A	EA	exaamperio
10^{-21} A	zA	zeptoamperio	10^{21} A	ZA	zettaamperio
10^{-24} A	yA	yoctoamperio	10^{24} A	YA	yottaamperio

Prefijos comunes de unidades están en negrita.

En la practica los submúltiplos mas utilizados son el miliamperio, el microamperio y el nanoamperio.

Figura 11. En esta Tabla se resalta con NEGRITA los submúltiplos más usuales de la corriente eléctrica

>> ORIGEN DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Cuando definimos el concepto de amperio como la unidad de intensidad de corriente eléctrica supusimos que los extremos del alambre se los expuso a un voltaje o a una diferencia de potencial eléctrico de un valor tal que por el mismo circulaba por un segundo la cantidad de electrones igual a una carga eléctrica de 1Coulomb .
Pues bien ahora veremos cómo puede producirse una diferencia de potencial constante que mantenga en un circuito eléctrico como el mencionado la circulación de dicha

cantidad de electrones comentada Anteriormente al descubrimiento de un hombre llamado Alejandro Volta, la única fuente de producir carga eléctrica era la estática, pero con ellas solo se producían diferencias de potencial de un valor elevado, pero con un valor de INTENSIDAD DE CORRIENTE, insuficiente para poder ser aplicada en algo más que no sea como una descarga de electricidad electroestática en donde por un instante existen circulación de electrones, por ejemplo en el instante previo a la neutralización

El origen del vocablo volt o voltio proviene del precursor de la pila eléctrica, Alejandro Volta.

en forma de descarga eléctrica entre un material cargado de forma electroestática y el camino de descarga a tierra aplicado al mismo. Volta invento un artefacto que mediante un procedimiento químico podía mantener durante un tiempo mayor que al de una simple descarga electroestática una diferencia de potencial de naturaleza constante que podría al aplicarse a los extremos de un conductor hacer circular constantemente un flujo de electrones por el mismo.



Volta estudio la contracción de una pata de rana que observo un médico cirujano llamado Galvani, cuando el mismo inserto una aguja metálica dentro de la pata de rana para su estudio interno del animal, tocando accidentalmente un gancho de cobre que sostenía la pata de rana, Galvani formo sin querer una fuente de potencial eléctrico que hasta ese entonces era de naturaleza desconocida. Volta con su ingenio, asocio dicho fenómeno de contracción a un fenómeno eléctrico de origen animal, por ende el mismo Volta emprendió la tarea de reproducir lo observado por Galvani. Posteriormente se repitieron las experien-

cias con muchos otros especímenes, encontrando la misma reacción que en la pata de la rana mencionada. A este artefacto construido por Volta se la conoce como la pila voltaica en honor a su creador. La pila voltaica que Volta construyó consistía en una pila de discos formada por la unión de discos de cobre y zinc (dos metales distintos) apilados intercaladamente y separados entre si por un disco de fieltro humedecido en una solución acida acuosa, tal que en la base se empezaba por un disco de zinc y en la cima de la pila de discos terminaba en un disco de cobre, entonces al unir ambos extremos de dicha pila de discos por un alambre conductor observo que se manifestaba una circulación constante de corriente eléctrica por el alambre conductor, también observo que por dicho alambre conductor se producía un aumento de su temperatura durante el paso de la corriente eléctrica por el mismo, esto más adelante permitió describir una ley muy importante, denominada la ley de OHM. En la figura 12 se puede ver en que consistía la pila que construyó Alejandro Volta aquí explicada.

La palabra pila eléctrica tiene su origen en la forma de construir Alejandro Volta su generador de corriente eléctrica, de forma de pila de discos de cobre y zinc.

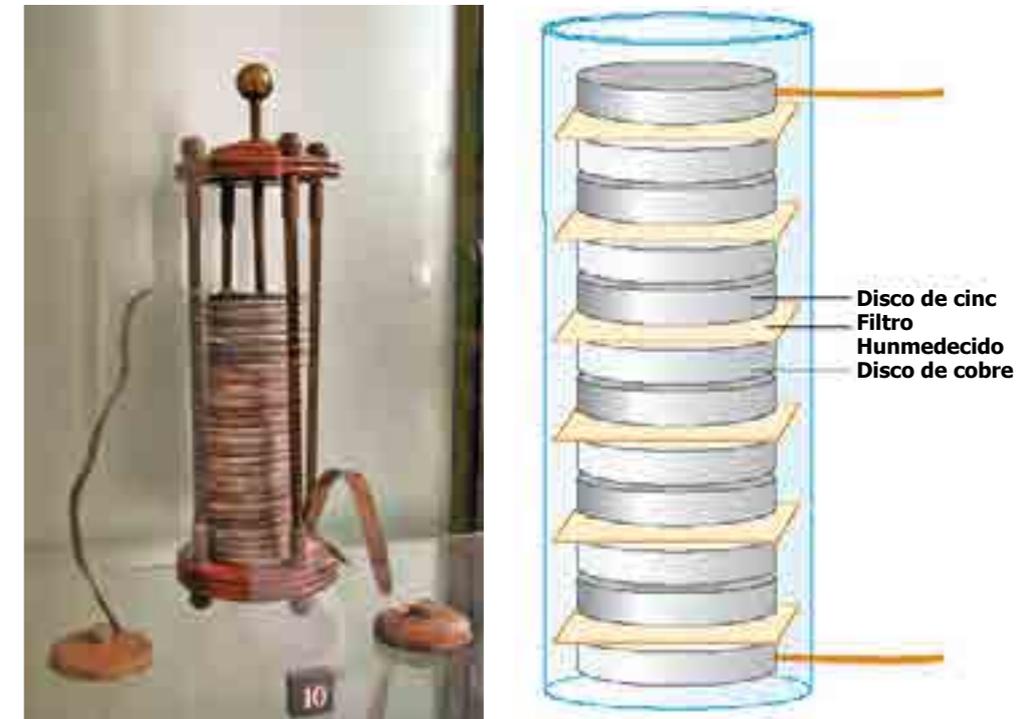


Figura 12. Pila voltaica precursora de la actual pila seca.

>> FUENTES DE VOLTAJE POR REACCION QUIMICA

Hemos visto como Alejandro Volta construye un artefacto capaz de brindar un flujo de electrones por un conductor de manera continuada por la reacción química que se establece entre los discos de cobre y zinc (electrodos) y la solución acida en que estaban inmersos (electrolito), llamada la pila voltaica por la forma en que estaba construida. Esta pila y otra que se vera a continuación se la denomina pila primaria, porque no son capaces de regenerar su voltaje entre extremos una vez utilizadas.

En la actualidad se usa un tipo de "pila" o generador de voltaje electroquímico que se lo denomina como pila seca, en referencia a que el electrolito es ahora una

pasta electrolítica y no una solución líquida como en la pila voltaica. La pila seca que se usa en la actualidad es muy similar a la ideada origi-

nalmente por el químico francés llamado Luí Leclanche en el año 1866. Dicha pila estaba constituida por un recipiente de vidrio en el cual estaba incluido en su interior una solución acuosa compuesta por cloruro de amonio y agua, en dicha solución se encontraba inmerso un electrodo formado por una barra de carbono envuelta en material poroso oficiando como un electrodo, por supuesto que también se encontraba inmerso una barra de zinc que constituye el otro electrodo necesario. La generación de cargas eléctricas por este sistema se basa en que la barra de zinc se POLARIZA o se carga negativamente por efecto químico del electrolito, mientras que el conjunto barra de carbono envuelto en el material poroso se polariza químicamente con cargas positivas, esto da lugar a que se establezca una diferencia de potencial eléctrico entre los mismos. Entonces cuando se unen los electrodos externamente por medio de un conductor eléctrico se establece un pasaje de manera continua de los electrones desde el electrodo de barra de zinc hacia el electrodo compuesto por la barra de carbono.

Esta circulación de electrones continua, en el sentido desde el zinc al carbono, permite referenciar al electrodo carbono como el terminal POSITIVO porque es el que atrae a los electrones que provienen de la

barrita de zinc, y a la barrita de zinc como el electrodo NEGATIVO como el origen de los electrones transportados por medio del circuito eléctrico externo al unir ambos electrodos. Este tipo de pila permite que se alcance y se mantenga durante un tiempo una diferencia de potencial de 1 voltio entre los electrodos o terminales hasta que ocurre la despolarización de sus electrodos por el pasaje continuado de los electrones en forma externa. Cabe mencionar que para evitar la despolarización prematura en el electrodo positivo es que se utiliza el dióxido de manganeso.

Pila seca

Luego de la pila ideada por Leclanche la cual era muy costosa de reponer en cuanto se terminaba la generación de voltaje entre sus electrodos, aparece una pila de características constructivas similares a la pila Leclanche original pero con la novedad de sustituir al electrolito líquido por un compuesto pastoso, más fácil y de menor costo final para la producción en serie para todo uso general. En la figura 13 podemos ver una descripción de la pila Leclanche y en las figuras 14 y 15 la constitución de una pila seca actual.

La mencionada nueva constitución de la pila seca consiste primeramente, de un recipiente metálico y cilíndrico externo de zinc o el electrodo NEGATIVO en cuyo interior se halla una pasta compuesta por carbón y óxido de manganeso (electrolito) e inmerso en dicha pasta una barra de carbono o grafito que oficia como el electrodo POSITIVO. Por lo tanto la reacción química que ocurre entre el electrodo externo de zinc y el electrodo interno de grafito por el efecto del electrolito pastoso es lo que permite que esta pila pueda desarrollar una diferencia de potencial del orden de los 1,5 voltios entre sus electrodos.

La pila seca es capaz de brindar una diferencia de potencial eléctrico entre sus extremos del orden de los 1,5 voltios.



La celda de plomo-acido al contrario de las pilas electricas permite que sea recargada una y otra vez, a este tipo de generador de FEM lo denominamos secundario.

Al sistema capaz de generar el transporte continuado de electrones por medio de una diferencia de potencial eléctrico mantenida en el tiempo en un circuito eléctrico por medio de un conductor externo lo denominaremos como la FEM o fuerza electromotriz. La pila primaria es un tipo de mecanismo capaz de mantener una FEM en un circuito eléctrico externo.



Figura 13. Diagrama de la Pila de Leclanche

El acumulador de plomo

Hemos visto que tanto la pila de leclanche y las pilas secas actuales se denominan como fuente de corriente eléctrica primaria porque una vez utilizadas no vuelven a brindar una FEM si no se reponen sus componentes.

En los automotores se necesita contar con un suministro constante de FEM para poder alimentar muchos circuitos eléctricos que entre sus electrodos es necesario conectar para el funcionamiento del vehículo. Es así como aparece el artefacto que se compone de una cuba de

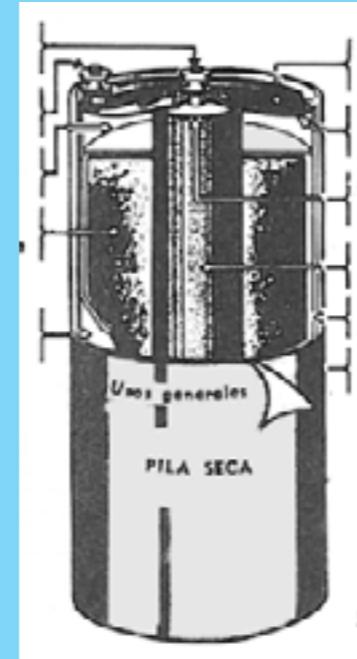


Figura 14. Pila Seca

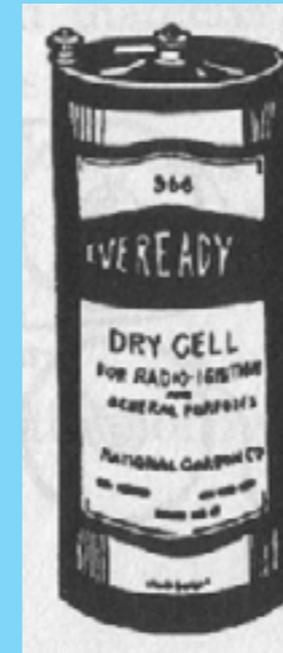


Figura 14. Pila Seca actual

material aislador en cuyo interior se encuentra una solución acuosa de ácido sulfúrico mas agua destilada.

Inmerso en esta solución acida se encuentran un conjunto de placas compuesta por peróxido de plomo denominado el electrodo positivo y un conjunto de placa de plomo metálico que oficia como el electrodo negativo, ambas tipos de placa se hallan situadas de forma intercalada y se mantienen en su posición internamente por un separador inerte a la solución acida constituido por vidrio poroso o similar para que el electrolito mencionado penetre entre las placas.

Al contrario de las pilas primarias, la celda de plomo así constituida puede volver a cargarse sumiéndole una fuente de corriente eléctrica externa. Este tipo de celda generadora de electricidad electroquímica puede brindar entre sus terminales una diferencia de potencial eléctrico del orden de los 2,1 voltios nominales por celda así constituida.

En los automotores generalmente se interconectan 6 de estas celdas de plomo acido, con ello se logra obtener un voltaje nominal de 12 voltios. También este tipo de fuente de FEM secundaria no esta exento de un mantenimiento teniendo cuidado de realizar un reemplazo frecuente del contenido de agua destilada de la solución por efecto de la evaporación de la misma provocada por la descarga producida por la entrega de la corriente en las celdas mencionadas. Con el advenimiento de la tecnología surgen en

La celda de plomo-acido es capaz de brindar a plena carga entre sus extremos una diferencia de potencial del orden de los 2,1 voltios.

La cantidad de amperios que un acumulador de plomo-acido es capaz de brindar en una hora es denominada como la capacidad del acumulador o amperios por hora(Ah).

los automotores acumuladores que no necesitan de ningún tipo de operación de mantenimiento por parte del usuario durante el tiempo de vida útil especificado por el fabricante de los mismos, estos acumuladores se llaman en la jerga comercial como de "libre mantenimiento".

Capacidad de corriente del acumulador

La cantidad de amperios que puede brindar un acumulador de plomo por sus bornes por unidad de tiempo se la define como la capacidad de corriente del acumulador. En la practica la unidad de tiempo utilizada es una hora , y se la define como Ah(Amperios/hora). Este parámetro define la cantidad de corriente eléctrica que un acumulador puede almacenar durante su carga para luego brindarlo en su utilización.

NOTA:

Por ejemplo un acumulador de 100Ah a plena carga, significa que teóricamente podría brindar el equivalente a 10 amperios durante 10, o 1 Amper durante 100Horas.Suponiendo que la carga conectada consume 1 o 10 amperios durante el tiempo de descarga del acumulador la descarga durara lo enunciado, si la carga consume menos, entonces el tiempo de descarga será mayor.

Figura 16. Fotografía real de un acumulador de plomo acido.



>> CONCEPTO DE RESISTENCIA ELECTRICA

Cuando vimos el símil hidráulico para ilustrar la diferencia de niveles de líquidos entre dos tanques mencionamos el paso o circulación del liquido al abrir la llave de paso que comunicaban a ambos tanques mencionados como N y P, pero no indicamos a que cantidad por unidad de tiempo ocurre la circulación de liquido en dichas condiciones. Pues bien podemos pensar que el estado de cierre absoluto de la llave de paso ofrece un máximo de resistencia al paso del líquido entre tanques, y la apertura de la llave de paso ofrece un mínimo de resistencia en esas condiciones. Entonces podemos definir como resistencia eléctrica a la resistencia ofrecida a la circulación de electrones o corriente eléctrica tal como lo hace a la circulación del liquido entre los tanques la llave de paso mencionada. En la practica existen materiales que ofrecen valores de resisten-

cia eléctrica, que están entre lo- sextremos ya vistos como son los que ofrecen una muy alta resistencia eléctrica (aisladores),y los que ofrecen una muy baja resistencia eléctrica (como son los materiales conductores eléctricos).

La resistencia eléctrica característica del material es denominada resistividad del material, y esta definida como el valor de resistencia eléctrica que presenta por unidad de longitud, se mide en ohm por metro.

Por ejemplo podemos definir la resistencia de un alambre conductor de una longitud dada por medio de la expresión mostrada en las figuras 17 y la 18 ,en donde intervienen la sección del alambre mencionado, así como también su longitud.

La unidad de resistencia eléctrica o R es el ohmio o el ohm ,dado que la unidad de resistividad es el ohmio o ohm por metro.

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Figura 17.

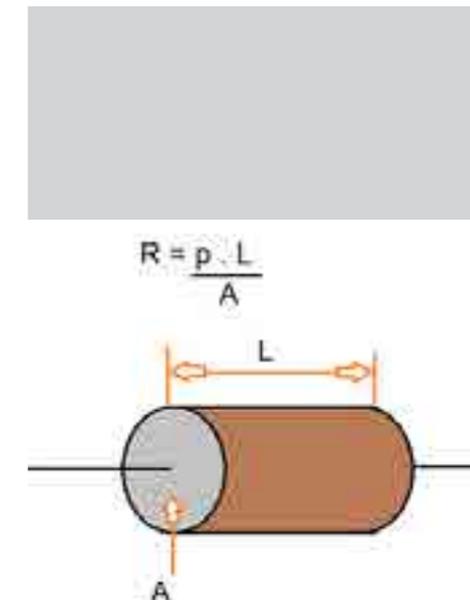


Figura 18.

La resistividad electrica o resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica o de electrones es característica propia del material que la presenta, la denominamos como el valor de resistencia por unidad de longitud que dicho material tiene.

El concepto de resistencia eléctrica es similar a la resistencia mecánica que ofrece un obstáculo al paso de la corriente de agua en un río.

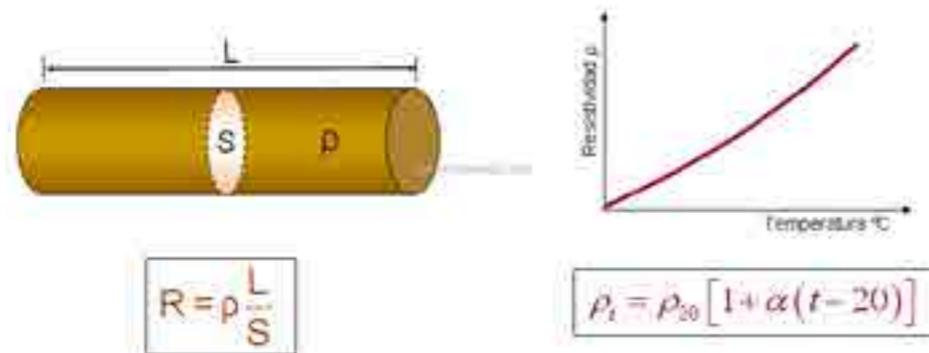
Es decir que según la expresión y tal como vemos en las figuras mencionadas podemos definir la resistencia eléctrica o R de dicho alambre conductor como el cociente entre su longitud(L) y su sección (S) multiplicado por la resistividad propia o específica denominada como (ρ) del material con que esta hecho el material conductor.

La mencionada resistencia eléctrica de un material dado es característica propia del material que lo forma y es independiente del voltaje o de corriente eléctrica que por el circula.

Dado que la resistividad específica de un material conductor es dependiente de la temperatura en la que se encuentre, por ende su resistencia eléctrica también depende de la temperatura, en general los materiales conductores poseen mayor resistencia eléctrica a medida que aumenta la temperatura en ellos.

En la figura 19 podemos ver la expresión que define la resistividad específica de un conductor de un material dado en donde vemos que interviene la temperatura (t), tal como se dijo.

Figura 19 .Expresión de la resistencia eléctrica y su variación con la temperatura.



Por otro lado la resistencia también varia con la temperatura , dado que su resistividad específica varia con ella, es posible calcular la variación de sus resistencia calculando el valor de la resistividad a una temperatura dada t.

Cálculo de la Resistencia para Otra Temperatura

$$R_1 = R_0(1 + a(t - 20))$$

R_t = Resistencia a Temperatura t

R_0 = Resistencia a la Temperatura de referencia de 20°C

a = Coeficiente de Temperatura a 20°C

Δt = $t - 20$ = Elevación de Temperatura en $^{\circ}\text{C}$

Por ejemplo, si un material presenta una resistividad a 20°C de un valor dado, a una temperatura mayor de 20°C según la expresión podrá obtenerse el nuevo valor de resistividad que presente a la nueva temperatura objetivo, utilizando la expresión R_t .

En la figura 20 podemos observar una tabla con varios valores de resistividad eléctrica específica a una temperatura ambiente de unos 20 grados centígrados.

Material	Resistividad (ρ) Ωm
Plata	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Orn	$2,44 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,82 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5,6 \times 10^{-8}$
Carbón	$3,5 \times 10^{-5}$
Germanio	0,46
Silicio	640
Vidriu	10^{12}
Caucho (goma)	75×10^{18}

**Figura 20 .
Tabla de resistividades específicas de materiales.**

La resistencia eléctrica es variable con la temperatura, porque su valor de resistividad eléctrica propia del material también lo es.

La ley de ohm expresa que la corriente eléctrica es directamente dependiente del voltaje aplicado e inversamente dependiente de la resistencia que produce tal valor de corriente eléctrica al aplicar el voltaje mencionado sobre la misma.

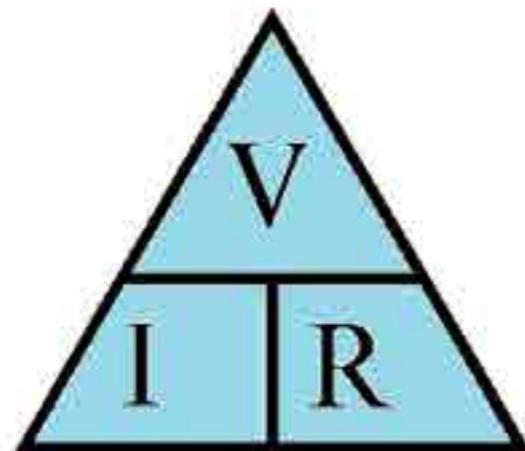
>> LA LEY DE OHM

La ley de ohm establece que la intensidad de corriente eléctrica que circula entre dos extremos de un circuito conductor de electricidad, es directamente proporcional a la diferencia de potencial eléctrico que entre dichos extremos sea aplicada, existiendo una constante de proporcionalidad entre estas dos magnitudes. La constante de proporcionalidad es la llamada $G=$ CONDUCTANCIA ELECTRICA que se mide en mho o siemens, que es la inversa de la RESISTENCIA ELECTRICA, que se mide en ohmios.

Entonces si analizamos la ley de ohm podemos ver que si la RESISTENCIA eléctrica se hace infinita la intensidad de la corriente eléctrica se hace NULA. Por lo tanto podemos definir la RESISTENCIA eléctrica como la dificultad que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica. Es decir si un

$$I = \frac{V}{R}$$

material, es mal conductor de la corriente eléctrica es porque posee alto valor de resistencia eléctrica, y en el límite mencionado, podemos decir que el material es mal conductor o aislante, ya que su resistencia es infinita o muy grande. Podemos decir también que la circulación de corriente eléctrica por



Triangulo Ley de Ohm

$$V = I \times R$$

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

un conductor con un valor de resistencia eléctrica produce una diferencia de potencial o voltaje sobre sus extremos.

Lo mismo podemos plantear o derivar de la expresión original de la ley, el caso que permite definir el valor de la resistencia eléctrica como el cociente entre el voltaje aplicado y la corriente que circula, todas estas combinaciones pueden ser recordadas mediante un artificio gráfico, conocido como el "triángulo de la ley de ohm".



Todas las combinaciones prácticas para utilizar la expresión de la ley de ohm pueden ser recordadas mediante el artificio del triángulo de la ley de ohm.

La ley de joule expresa que la elevación de temperatura por el paso de la circulación de la corriente eléctrica por un medio que ofrece resistencia al paso de la misma es proporcional al cuadrado del valor de la corriente y al tiempo durante la cual la misma circula.

>> EFECTO CALORIFICO POR LA RESISTENCIA ELECTRICA- LEY DE JOULE

En el año 1840 un hombre llamado James Prescott Joule descubrió la relación que existe entre el calor generado por un material al paso de la corriente eléctrica. Tal relación afirma que el calor o calorías generada por efecto de la circulación de la electricidad es proporcional al cuadrado de la intensidad que lo recorre multiplicada por su valor de resistencia y por el tiempo en que dicha corriente este aplicada. El efecto calorífico se produce por los continuos choques de los electrones que forman la corriente eléctrica por la estructura atómica del material por donde circulan. El flujo de electrones al chocar con la estructura atómica del material son desacelerados, la perdida de la energía cinética es transformada en energía térmica (transformación de las energía) y provoca que la temperatura del material por donde circulen vaya en aumento.

A medida que transcurre el tiempo la cantidad de choques va en aumento y en consecuencia lo hace la temperatura del material también. Este fenómeno se expresara mediante el concepto de la energía y del trabajo realizado.

Concepto de ENERGIA

Llamamos ENERGIA a la capacidad que posee o ejerce un sistema mecánico o eléctrico para realizar un trabajo. Cuando conectamos cualquier artefacto eléctrico a una fuente de fuerza electromotriz o FEM tal como una batería o como el suministro eléctrico de la usina eléctrica domiciliaria ,la energía eléctrica que fluye en forma de corriente eléctrica por los cables conductores eléctricos de un motor eléctrico o en un electrodoméstico, por el trabajo producido ya sea por la fuerza ejercida al mover el eje del motor eléctrico, o en la estufa eléctrica al darnos calor, estamos consumiendo energía eléctrica.

Si no existe trabajo eléctrico o mecánico no habría utilización o consumo de la energía aplicada.

De acuerdo al postulado de la física la energía no se puede crear de la nada ni se puede destruir, solo se transforma, es por eso que la energía eléctrica mencionada aplicada a un motor eléctrico parte de la misma se transforma en energía mecánica y parte en energía calorífica y la aplicada a una estufa eléctrica la misma se transforma en energía calorífica o puede transformarse en energía luminosa en una lámpara de iluminación eléctrica. En el caso de un motor eléctrico decimos que parte de la energía entregada se transforma en energía mecánica porque también un porcentaje de la energía eléctrica aplicada también se transforma en energía térmica, el porcentaje que se transforma en energía térmica está relacionado con la resistencia eléctrica que los conductores eléctricos que forman en si al motor ofrecen al paso de la intensidad de la corriente eléctrica suministrada , es decir a mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica sobre los conductores en el motor eléctrico, mayor será el porcentaje que se transformara en calor o energía calorífica. Por eso en un motor eléctrico lo que se pretende es que los conductores que lo integran tengan la mínima resistencia eléctrica, para

que la mayor parte de la energía aplicada sea convertida prácticamente en energía mecánica o trabajo mecánico. En el caso de una estufa eléctrica lo que ocurre es que los electrones puestos en movimiento por la FEM aplicada al ser frenados por la gran resistencia eléctrica propia del material del elemento calefactor resultara en un gran porcentaje de conversión de la energía eléctrica a energía térmica o calorífica.

A mayor valor de resistencia eléctrica al paso de la corriente eléctrica ,mayor será el calor producido o la elevación de la temperatura durante el tiempo considerado.





La energía efectuada o empleada para realizar un trabajo se mide en Julios y se la simboliza con la letra J . En la ecuación que se muestra a continuación J representa el trabajo empleado por la FEM aplicada para hacer circular a los electrones que constituyen la corriente eléctrica o de electrones que por el conductor eléctrico se mantienen circulando. Vemos que si la resistencia se hace nula, el trabajo también se hará nulo, es decir no se necesita trabajo en hacer circular a los electrones.

$j = (I) \times (I) \times (R) \times (t)$ donde $t = \text{segundos}$, $R = \text{ohmios}$, $J = \text{Julios}$

En la práctica no se utiliza el Julio sino un derivado del mismo que es la potencia eléctrica, que es la energía o trabajo empleado en una cantidad de tiempo. Dicha potencia eléctrica se representa con el símbolo W y se lo denomina como watt. Matemáticamente lo podemos expresar de la manera siguiente.

$P = J/t$ entonces $P = (I) \times (I) \times (R)$ Donde $I = \text{amperios}$ $R = \text{ohms}$

Con la ecuación anterior podemos decir que como un 1 Joule por segundo equivale a 1Watt (1W) entonces también cuando se realiza un trabajo de 1 joule en un segundo, realizamos una potencia eléctrica de 1 Watt .

Podemos ejemplificar el concepto de potencia eléctrica con la ayuda de un ejemplo hidráulico, la cantidad de líquido que por segundo efectúa el trabajo mecánico de por ejemplo mover una noria o una turbina hidráulica sería equivalente a la potencia eléctrica empleada para producir un trabajo equivalente.

Volviendo al concepto de transformación de energía eléctrica en energía térmica por el paso de los electrones a través de una resistencia eléctrica, se expresara mediante una equivalencia encontrada por James Joule que relaciona el calor con el trabajo.

Primero definiremos CALOR como el proceso de la transferencia de temperatura de un cuerpo a otro cuerpo, en el proceso el cuerpo a mayor temperatura transfiere su energía térmica o calienta al otro que está a menor temperatura, elevándose la temperatura del cuerpo que es el que es calentado por el otro a medida que transcurre el tiempo que mantienen la transferencia, además en el proceso el cuerpo



que esta a mayor temperatura se enfría a medida que el otro se calienta. En física se ha visto que las formas de realizar esta transferencia puede ser por conducción si ambos cuerpos son sólidos o por la forma de convección si un cuerpo es líquido y el otro es sólido, como ocurre cuando se calienta un recipiente con líquido en su interior. La equivalencia entre trabajo mecánico y energía térmica fue encontrada por James Joule en una serie de experimentos iniciados en el año 1843, tal como se expresa a continuación.

**$Q = 0,24 \times J$ Donde
 $Q = \text{Calorías}$, $j = \text{Joule}$**

La ecuación anterior expresa la transformación del trabajo en julios realizado en todo sistema como su equivalente en calorías o energía térmica. Podemos también ahora expresar el calor producido por efecto del pasaje de electrones por un conductor debido al trabajo ejercido por una circulación de electrones (corriente eléctrica) a que se le ofrece resistencia a su paso.

**$P = J/t$ entonces $J = Pt$ donde
 $t = \text{tiempo transcurrido}$
y $P = \text{Potencia}$
como $P = (I) \times (I) \times (R)$ podemos expresar a J como $J = (I) \times (I) \times (R) \times (t)$
y como $1J = 4,18 \times (Q)$ entonces
 $Q = 0,24 \times (I) \times (I) \times (R) \times (t)$ (calorías)**

Nota: Con la ecuación anterior queda de manifiesto el efecto térmico o efecto Joule (calorías) que produce el paso de la corriente eléctrica a través de un material que opone resistencia eléctrica.

**EFEECTO CALORIFICO POR LA
RESISTENCIA ELECTRICA- LEY DE
JOULE**

>> POTENCIA ELECTRICA-EJEMPLOS

Para calcular la potencia eléctrica que consume un dispositivo conectado a un circuito eléctrico se multiplica la diferencia de potencial a la que se encuentra sometido el dispositivo por el valor de la corriente eléctrica que lo atraviesa al mismo.

Hagamos un ejemplo que potencia consume una lámpara incandescente de un voltaje de operación de unos 220V por la que circula una corriente de 0,45 Amperios?

Respuesta

$$P = V \cdot I$$

$$W = V \cdot I$$

$$W = V \cdot I = 0,45A \times 220V = 100W$$



>> EL RESISTOR

Muchas veces nos hemos encontrado con dichos elementos en el interior de artefactos eléctricos, los mismos tienen la apariencia de pequeños cilindros con dos terminales de material conductor en cada extremo, en su cuerpo se hallan impresas varias bandas de colores que sirven para identificar el valor y la tolerancia del mismo.

La función de todo resistor es la de ofrecer un determinado valor de resistencia calibrado al paso de la corriente eléctrica. Dichos valores de resistencia están normalizados en una serie de valores elegidos para facilitar la fabricación de los mismos.

Dado que por efecto joule en todo resistor se genera una elevación de la temperatura los resistores se fabrican también teniendo en cuenta la potencia a disipar en forma de calor sobre el cuerpo material que lo compone.

Tales valores de disipación los podemos encontrar partiendo desde una fracción de un watt hasta en el orden de varios watt de disipación.

Como ya se dijo existen valores comerciales de resistores elegidos convenientemente para que puedan ser fácilmente utilizables y reemplazables en el diseño y en la confección de aplicaciones de control electrónico de la corriente eléctrica.

Las aplicaciones de los resistores que se verán en esta obra serán todas relacionadas al uso de los mismos en sistemas electrónicos del automotor. Al resistor en la práctica se lo representa mediante un símbolo característico utilizado para su representación técnica como ya luego veremos que es propio en todo circuito eléctrico-electrónico que sea empleado.



Un resistor es un elemento que presenta un valor constante y calibrado de resistencia eléctrica entre sus extremos.

Resistores comerciales codificados su valor mediante cuatro bandas son los que mas se utilizan.

Clasificación de resistores

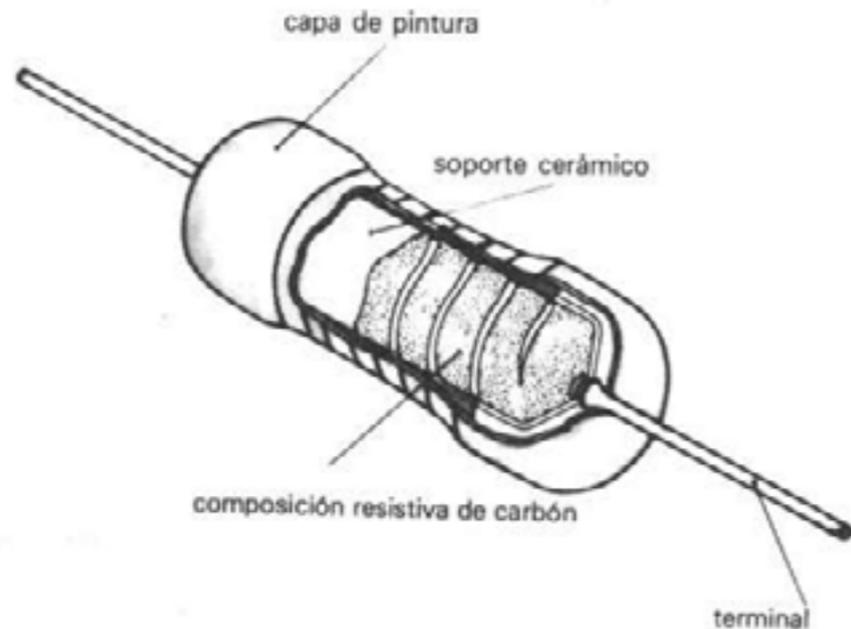
RESISTORES DE GRAFITO DEPOSITADO

Este tipo de resistor esta compuesto por un cuerpo macizo de cerámica en donde se halla depositado una fina capa de grafito helicoidal, controlando el espesor de dicha capa depositada puede obtenerse los distintos valores de resistencia eléctrica que a continuación veremos que son fabricados de forma comercial.

Como en la práctica se necesitan de un amplio rango de valores surgió la necesidad de representar al valor de cada resistor por un código de colores de 4 bandas a 6 Bandas para que sea mas practica su identificación y su montaje en un circuito eléctrico o electrónico.

Resistencias identificadas con solamente 4 bandas de colores pueden tener una tolerancia del orden del 1 por ciento, 5 por ciento o del 10 por ciento, según el color codificado de la cuarta banda.

En cambio resistencias codificadas con 5 bandas y 6 bandas, pueden alcanzar tolerancias muy bajas, y poseer una muy baja variación con la temperatura, son resistencias de uso muy específico y no son muy comúnmente utilizadas.



En los resistores de cuatro bandas, las dos primeras bandas nos indican siempre el valor numérico del resistor.

CODIFICACION DE 4 BANDAS

Este método consiste en representar o clasificar su valor nominal y su tolerancia en el valor respectivo, utilizando cuatro bandas inscriptas en el cuerpo circular de cada resistor en donde siempre las dos primeras bandas representan el valor numérico que representan mientras que la tercera banda nos representa el multiplicador o numero de ceros que se deben de agregar para obtener el valor total del resistor y por ultimo la cuarta banda nos indica la tolerancia en el valor representado.

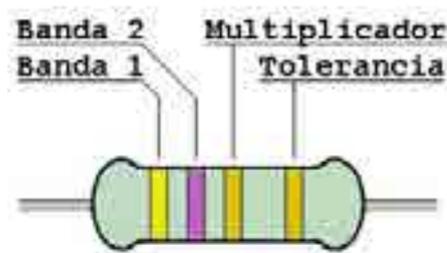
0	0	x 1	TOLERANCIA ± 1% ± 2% ± 5% 10%
1	1	x 10	
2	2	x 100	
3	3	x 1000	
4	4	x 10.000	
5	5	x 100.000	
6	6	x 1.000.000	
7	7	x 10.000.000	
8	8	10%	
9	9	100%	

>> TABLA DE CODIGO DE COLORES RESISTIVOS DE 4 BANDAS

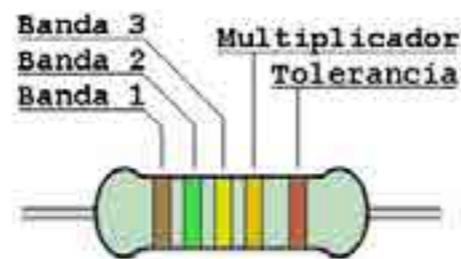
La cuarta banda de un resistor codificado en cuatro bandas, es siempre indicador de la tolerancia del valor del resistor.

En los resistores de 4 bandas de colores como se dijo las dos primeras bandas representan el valor numérico mientras que la tercer banda o anillo del mismo nos representa el orden de multiplicación del valor numérico del resistor en si , para poder identificar comercialmente un resistor del orden de los ohm, así como también de los miles de ohm o también de los millares de ohm. Por ejemplo un resistor de un valor de 1k-ohm (1000 ohmios), estará representado por una primer banda de color marron, que nos representa el dígito 1, luego le se guirá una banda o anillo negro, que nos

representara el dígito 0, y por ultimo una banda o anillo de color rojo, que nos representa el orden de multiplicación x100. Entonces si al valor numérico de 10 lo multiplicamos por el factor de multiplicación 100, obtendremos el valor 1000, que en nuestro caso representa un valor resistivo de 1000 ohmios o 1k ohm. Comercialmente la cuarta banda en este tipo de resistores es de color dorado, lo cual nos representa la tolerancia al valor numérico que representa los 3 anillos anteriores al mismo, el color dorado nos esta indicando una tolerancia del +-5% del valor indicado por los 3 anillos como se menciono.



IDENTIFICACION RESISTOR 4 BANDAS



IDENTIFICACION RESISTOR 5 BANDAS



Resistor de 1k-5% (4 BANDAS)



180Ω RESISTOR
brown
black
black
black
brown

Resistor de 180-1%(5 BANDAS)



Resistor de 10k-5%(4BANDAS)



1K Resistor
brown
black
black
brown
brown

Resistor de 1k-1%(5 BANDAS)

En los resistores de 4 bandas de colores como se dijo las dos primeras bandas representan el valor numérico mientras que la tercer banda o anillo del mismo nos representa el orden de multiplicación del valor numérico del resistor en si , para poder identificar comercialmente un resistor del orden de los ohm, así como también de los miles de ohm o también de los millares de ohm.

Por ejemplo un resistor de un valor de 1k-ohm (1000 ohmios), estará representado por una primera banda de color marron, que nos representa el dígito 1, luego le seguirá una banda o anillo negro, que nos representara el dígito 0, y por ultimo una banda o anillo de color rojo, que nos representa el orden de multiplicación x100.

Entonces si al valor numérico de 10 lo multiplicamos por el factor de multiplicación 100, obtendremos el valor 1000, que en nuestro caso representa un valor resistivo de 1000 ohmios o 1k ohm.

Comercialmente la cuarta banda en este tipo de resistores es de color dorado, lo cual nos representa la tolerancia al valor numérico que representa los 3 anillos anteriores al mismo, el color dorado nos esta indicando una tolerancia del +-5% del valor indicado por los 3 anillos como se menciono.



>> CODIFICACION DE RESISTORES CON 5 BANDAS

De manera similar utilizamos la misma numeración basada en el mismo código de colores para cada una de las 3 primeras bandas, con la salvedad que ahora la 4ta banda es la banda multiplicadora, y la 5ta banda nos indica la tolerancia que puede estar en el orden del 2% al 1% si la misma es de color rojo o marrón respectivamente.

Por ejemplo un resistor que posee las primera 3 bandas de color marrón, negro, negro y la cuarta banda de color marrón(x10) es un resistor de 1000OHMS, y si la 5ta banda es marrón será de 1% si fuese de color rojo entonces será al 2% de tolerancia.

En el caso de un resistor identificado con 4 bandas de 220 ohmios se identifica con un código diferente de bandas de colores al de un resistor de valor de 2200 ohmios, si bien las dos primeras bandas serán de color rojo en la del primer valor

enunciado, la tercer banda será de color marrón indicando un 10 como multiplicador, mientras que en el segundo resistor la tercer banda será de color rojo, indicando una multiplicación por 100 al mismo valor de 22 obtenido con las dos primeras bandas del resistor. Además si el color de la cuarta banda es el dorado estaremos en ambos casos en presencia de una tolerancia del +5% del valor que se representa con el valor formado por las dos primeras bandas.

En la práctica resulta innecesario disponer de todos los valores de resistencia eléctrica que pueden ser formados con la combinación de colores mostrada en la tabla de códigos de combinación de colores resistivos en los resistores de película de carbón depositado, tal es así que los valores existentes se encuentran normalizados para el uso comercial de la siguiente manera.



En los resistores codificados en cinco bandas, las tres primeras bandas nos indican el valor numerico del resistor.

Los resistores de película metálica son más estables frente a las variaciones de temperatura que los resistores hechos de película depositada de grafito.

VALORES COMERCIALES

10	100	1000	10k	100k	1M
12	120	1200	12k	120k	1.2M
15	150	1500	15k	150k	1.5M
18	180	1800	18k	180k	1.8M
22	220	2200	22k	220k	2.2M
27	270	2700	27k	270k	2.7M
33	330	3300	33k	330k	3.3M
39	390	3900	39k	390k	3.9M
47	470	4700	47k	470k	4.7M
56	560	5600	56k	560k	5.6M
68	680	6800	68k	680k	6.8M
82	820	8200	82k	820k	8.2M

>> RESISTORES DE PELICULA METALICA

En este tipo de resistores comercialmente se codifica su valor ohmico de la misma manera que para los resistores de grafito depositado. Desde luego también están normalizados sus valores posibles en la secuencia que vimos para los resistores de película de grafito depositado.

Están contruidos de manera similar a los resistores de grafito depositado, con la salvedad que en este tipo de resistor el valor ohmico se hace con una fina capa de metal resistivo. En la figura 21 se aprecia el formato comercial de los mismos para diferentes potencias de uso.

Estos resistores poseen una mejora en la estabilidad de su valor resistivo frente a las variaciones de temperatura en contraste con los de película de carbón o grafito depositado

Existen resistores de este tipo de tamaño subminiatura o también llamados de montaje superficial o bajo las siglas SMD que son realmente mucho más chicos que los utilizados de forma gral, pero con viene presentarlos ya que actualmente son muy usados en todo tipo de artefacto electrónico de alta complejidad y en el caso de aplicaciones del automotor, no escapa de ello.

En la figura 22 se aprecia el formato más común de resistor del tipo SMD mencionado, observemos que su valor se codifica directamente en el envase imprimiéndolo sobre el mismo, sin utilizar el código de colores ya visto.



Figura 21. Resistor de película metálica



Figura 22. Resistor SMD

Comercialmente existen resistores de película metálica de tamaños muy reducidos denominados como resistores de película metálica de montaje superficial (SMD).

>> RESISTORES DE ALAMBRE RESISTIVO BOBINADO

Cuando se requiere que el resistor soporte altas temperaturas por efecto joule, se recurre a la utilización de resistores de alambre bobinado.

Este tipo de resistor es muy usado cuando se requiere conservar las características del resistor en el tiempo, cuando por el circula una corriente apreciable que por el efecto joule provoque una elevación de temperatura que para otro tipo de resistor sería muy problemática de disiparla o incluso de mantener su valor ohmico en dichas condiciones. Tienen como ventaja que para valores ohmicos muy bajos se pueden encontrar en rangos de potencia

considerables, en contraste con los otros tipos de resistores que solo se pueden encontrar hasta las potencias del orden de 1Watt de disipación en bajos valores resistivos. Se lo reconoce por ser en su mayoría de un cuerpo rectangular de cerámica en donde no se usa el código de colores visto para su identificación ohmica vista ya en los otros tipos de resistores, sino que se le imprime en dicho cuerpo el valor ohmico y el valor de potencia que es capaz de disipar por su tamaño. Fabricantes como Vishay y Siemens y otros disponen de un repertorio de resistencias de este tipo junto con la hoja de datos que puede consultarse en su sitio oficial en Internet. Su nombre es inglés para quien desee buscarlas se las denomina "WIREWOUND RESISTOR". En la Figura 23 podemos ver varios tipos de resistores de alambre bobinado como ejemplo de los tipos de resistores que existen en diversas potencias.

Existen resistencias de este tipo que se hallan cubiertas o rodeadas por un cuerpo de cerámica de forma rectangular, son las denominadas "resistencias cerámicas" o también denominadas como las "resistencias cementadas de alambre bobinado" como vemos en la Figura 24.



Figura 23



Figura 24

>> RESISTENCIA VARIABLE CON LA LUZ (LDR)

Como el título lo enuncia es un dispositivo que varía su resistencia de acuerdo a la variación de la radiación luminosa que incide en la misma. Este dispositivo presenta un valor en su resistencia eléctrica del orden de los megaohmios cuando no le incide radiación luminosa sobre su superficie fotosensora, en cambio presenta una disminución de su resistencia a medida que es expuesto a intensidades crecientes de radiación luminosa o del espectro visible.

El LDR se compone de un sustrato plástico en forma de oblea en la mayoría de los mismos en donde por una de sus caras se halla un trazado fotoconductor hecho con un material fotoresistivo denominado sulfuro de cadmio, dicho material es el que presenta variación de su resistencia eléctrica ante variaciones de intensidad de radiación en el espectro visible.

En la figura 25 podemos ver como está realizado realmente un dispositivo LDR mencionado.

Para graficar la ley de variación de su fotoresistencia enunciada anteriormente se adjunta el siguiente gráfico mostrado en la figura 26 que muestra como varía el valor de su resistencia eléctrica en correlación a una variación en la intensidad de radiación luminosa que le incide.

También se adjunta en la figura 27 el comportamiento de la misma frente a la longitud de onda de la radiación luminosa que le incide, es decir según la misma, tomada por ejemplo para un dispositivo denominado LDR (cds), vemos que

Un resistor que es sensible a las variaciones de la intensidad luminosa se lo denomina como foto-resistor o con su sigla conocida como LDR.



Figura 25. Aspecto de un LDR

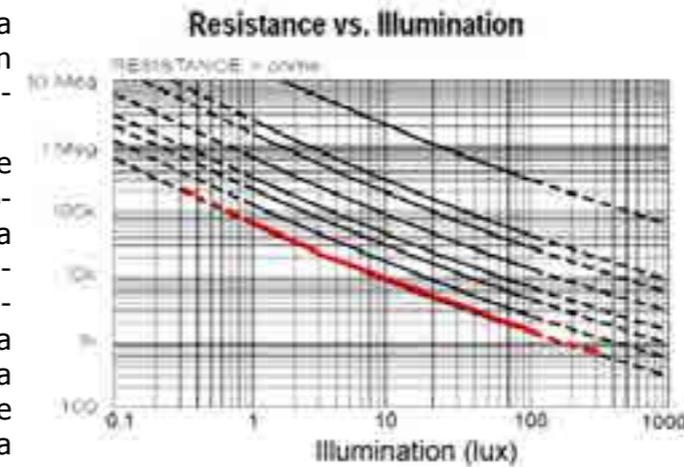


Figura 26. Curva de sensibilidad LDR

existe una sensibilidad mayor para una longitud de onda correspondiente al rango del color verde amarillo, disminuyendo su sensibilidad a medida que nos acercamos a los extremos de la banda es la que son todavía sensibles, es de notar que dicha respuesta en conjunto es similar a la respuesta que tiene o posee el ojo humano. En la figura 28 podemos observar el símbolo práctico que lo representa.

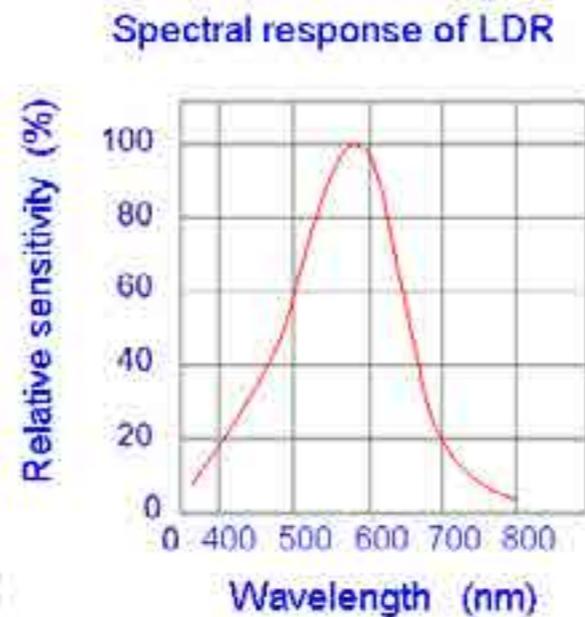


Figura 27

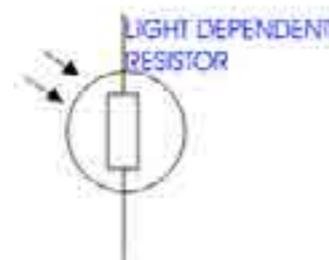


Figura 28. Símbolo del LDR

>> RESISTENCIAS ELECTRICAS MECANICAMENTE VARIABLES

Dentro de esta clasificación se engloban los diversos tipos de resistores variables mecánicamente denominados como potenciómetros para ajuste continuo o para realizar un ajuste fijo denominado como "preset".

El potenciómetro

Este dispositivo que consiste de una pista de carbón por donde se desliza mecánicamente un contacto que según la posición mecánica en la que se encuentre dicho contacto la resistencia eléctrica presenta entre el mismo y un extremo de la pista de carbón, será de valor nulo si dicho contacto esta formando la menor longitud de circuito eléctrico, esto se da cuando la posición mecánica del contacto deslizante se encuentra muy cercano al extremo de carbón que se usa para tomar el valor de resistencia que entre el contacto deslizante y el extremo mencionado existe, y por el contrario existirá un máximo valor cuando el contacto deslizante se encuentra en el otro extremo de la pista de carbón alejado del otro contacto extremo tomado como referencia para la medición de la resistencia en el primer caso.

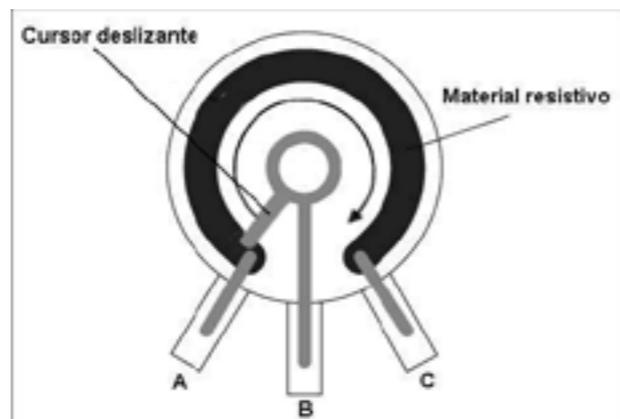
En la figura 29a y en la figura 29b se visualizan las dos situaciones, tomando en cada situación el valor de la resistencia eléctrica entre los contactos A y B mencionados para ambos casos.

La posición mecánica del contacto deslizante se logra gracias a un vástago o pilón circular que esta fijado mecánicamente al contacto deslizante y libre de poder girar un ángulo de giro de alrededor de 315 grados, con el ángulo de giro mencionado el contacto deslizante se deslizará sobre la pista de carbón mencionado desde un extremo al otro. La figura 30 nos muestra como es el aspecto de los potenciómetros comerciales rotativos y la figura 31 nos muestra como es el aspecto comercial de otro tipo de potenciómetro de desplazamiento mecánico lineal del cursor interno.

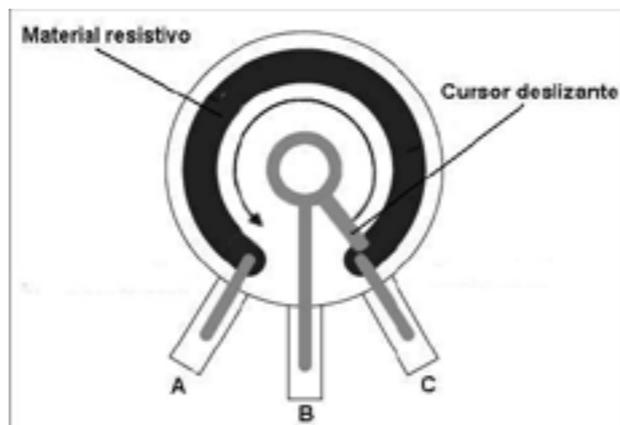


Resistores que varían continuamente su valor mecánicamente son denominados como potenciómetros o también preset.

RESISTENCIA
DE BAJO VALOR A-B
Figura 29a.



RESISTENCIA
DE ALTO VALOR A-B
Figura 29b.



Ahora porque a este dispositivo se lo llama potenciómetro, pues porque este dispositivo permite controlar la potencia eléctrica que consume una carga conectada al mismo, y entonces nos preguntaremos como lo hace, bueno ello se logra cuando se conectan los tres contactos con que consta un potenciómetro para actuar como divisor de tensión o de voltaje. Para entenderlo se debe tomar una diferencia de potencial entre un extremo al que lo tomaremos como potencial nulo o de referencia, podría ser el contacto A o C, tal como lo vimos en las figuras anteriores y entre el contacto deslizando conec-

tado eléctricamente al borne o contacto B. Si nos fijamos en la figura 32 el esquema equivalente de la conexión potenciométrica, claramente es como si estuviera formado de dos resistencias conectadas eléctricamente una a continuación de la otra, también denominada conexión serie de resistencias, y el cursor deslizando estaría conectado en la unión de dichas serie de resistencias, es claro que la suma de ambas da el valor total entre los bornes A y C mientras que la resistencia medida entre los contactos que se denominan A y B estará de acuerdo a la posición del contacto deslizando como ya se vio.

Figura 30.



Figura 31.



La conexión potenciométrica cumple lo enunciado porque si se aplica una fuente de energía eléctrica o FEM con una dada diferencia de potencial entre los extremos A y C, veremos que a medida que el cursor ocupa distintas posiciones sobre la pista resistiva de carbón, la resistencia entre A y C no varía por lo tanto la corriente que circula entre A y C es constante, pero como varía la resistencia entre A y B o entre C y B por la ley de ohm vista anteriormente si tenemos una resistencia variable por donde circula una corriente, tendremos un voltaje también variable entre los contactos A y B o entre C y B, debido a que por la ley de ohm se sabe que $V=I \times R$. Lo mencionado se puede visualizar en la figura 32 con el circuito equivalente de la conexión potenciométrica para un potenciómetro real.



En la figura 32 se ve como actúa un potenciómetro cuando se le aplica un voltaje o diferencia de potencial U_v . También se ve como resulta un equivalente de dos resistencias conectadas eléctricamente en serie denominadas en la figura como R_{1m} y R_{2m} , donde resulta que $R_{1m} + R_{2m}$ da el valor total de la pista resistiva R_m o valor entre los bornes 1 y 2 del potenciómetro graficado. Además si tomamos como borne de referencia o contacto nulo al marcado como 1 entonces tendremos una diferencia de potencial entre el mismo y el borne marcado como U_m en la figura 32 mencionada. Dicho voltaje no es más que la caída de voltaje variable sobre la R_{1m} en este caso se lo denomina como U_1 a dicha caída de voltaje en R_{1m} . Observamos también que si el voltaje denominado como U_v aplicado es constante, la corriente que circula por los contactos del potenciómetro 1 y 2 también será constante, dado que entre los bornes 1 y 2 del potenciómetro la resistencia es la total del potenciómetro y permanece como constante como ya se explico. La caída de voltaje que se da entre bornes de R_{1m} es decir los contactos 1 y U_m de la figura 32, es variable porque si bien la corriente que por el circula es constante, su valor resistivo es variable dado por la posición mecánicamente variable del contacto deslizante indicado como U_m .

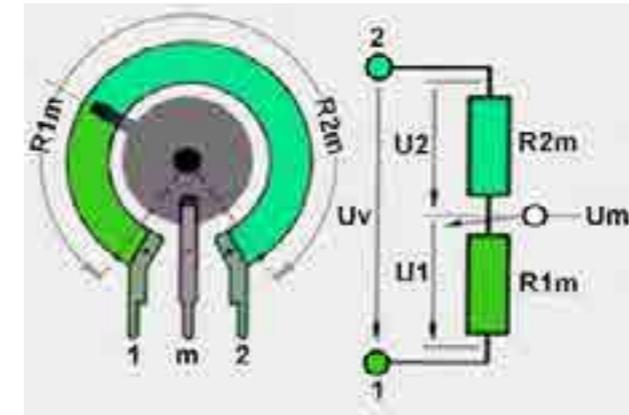


Figura 32. Conexión potenciométrica y circuito equivalente

Entonces si aplicamos la ley de ohm que nos dice que $V=I \times R$, nos da que $U_1=I \times R_{1m}$ y por lo tanto también $U_2=I \times R_{2m}$, porque $U_2 + U_1=U_v$, por la ley de kirchoff en circuitos en serie cerrados.

Existen potenciómetros cuya variación de la resistencia no es la misma en todo el recorrido del movimiento mecánico de su contacto deslizante, dando lugar a potenciómetros con ley de variación de su resistencia de forma lineal con respecto a la posición mecánica del contacto deslizante o del tipo denominado logarítmico, donde su variación del valor resistivo o ley de variación responde a la característica forma de variar de forma logarítmica, según la ubicación sobre la pista resistiva de su contacto deslizante.

Lo dicho podemos verlo en las curvas para una variación de su resistencia de forma lineal representada en la figura 33 y en la figura 34 su representación de variación logarítmica.

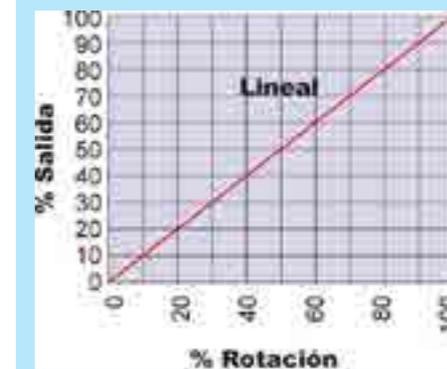


Figura 33. Variación lineal de resistencia



Figura 34. Variación logarítmica de resistencia

Existen potenciómetros comerciales cuyo valor resistivo eléctrico varía de forma lineal y de forma logarítmica.

>> RESISTENCIA VARIABLE POR LA VARIACION DE TEMPERATURA

Dispositivo NTC

Este dispositivo denominado en idioma anglosajón bajo las siglas NTC cuyo significado es "negative temperature coefficient" es un dispositivo que posee la cualidad de presentar una disminución de su resistencia eléctrica a medida que aumenta la temperatura a la que esta expuesto. Lo dicho se puede visualizar observando la grafica de su respuesta (resistencia eléctrica) frente a la variación de la temperatura a la que se expone, en la figura 35 se visualiza la grafica que representa tal variación mencionada con la temperatura.

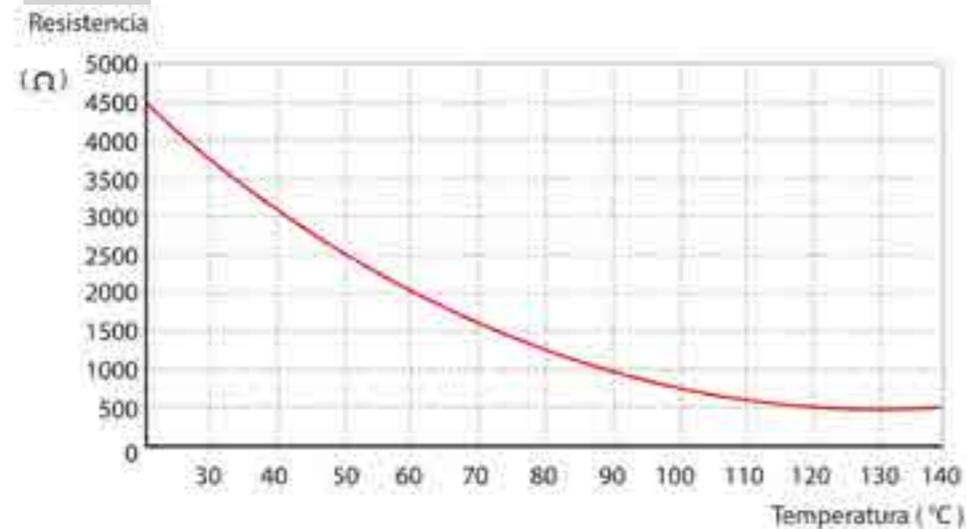


Figura 35. Ley de variación de un resistor de coeficiente negativo de variación o NTC.

En la figura 35 se puede ver una respuesta de un NTC dado, como se ve la respuesta es del tipo exponencial decreciente, lo que significa que la curva o ley de variación no es lineal sino que se asemeja a una variación exponencial decreciente. Constructivamente este dispositivo, esta compuesto de un compuesto semiconductor el cual es generalmente oxido de níquel o de cobalto el cual como se menciono presenta va-

riaciones de su resistencia con la temperatura como ya se vio, externamente se cubre el oxido semiconductor con una cobertura de material aislante para proteger al oxido de las influencias físicas externas que pudieran interferir en la variación de su resistencia por la exclusiva acción de la variación de temperatura sobre el mismo.

En las figuras 36 se observa el símbolo que lo representa al NTC técnicamente y en la figura 37 se observan las formas de varios NTC comerciales.

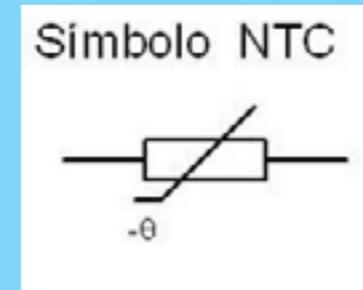


Figura 36



Figura 37

Dispositivo PTC:

Este dispositivo el cual es constructivamente similar al ya visto NTC se diferencia de aquel en que a medida que aumenta la temperatura a la que esta expuesto su resistencia eléctrica entre sus dos terminales de conexión aumenta de forma creciente al aumentar la temperatura dentro de un determinado rango tal como se muestra en la figura 38. En la figura 39 se muestra el símbolo circui tal característico del PTC.

El PTC constructivamente están realizados de una pastilla semiconductor compuesta por una combinación de óxidos cubierta por una cobertura aislante de material aislante para que no interfiera otros agentes físicos externos.

En la figura 38 se puede observar la forma de la variación de resistencia con la temperatura, podemos ver que su forma de variación es mucho mas compleja que la del NTC.

El elemento que disminuye su valor de resistencia eléctrica en relación al aumento de temperatura que se lo expone se lo denomina como NTC.

Comercialmente existen interruptores de varios tipos y tamaños.



Figura 41. Interruptor de palanca

EL RELAY o RELEVADOR

Este dispositivo no es más que un conmutador eléctrico gobernado de forma electromagnética. Por el accionar de una bobina que es excitada eléctricamente aplicándole una diferencia de potencial entre extremos o voltaje del orden de los 12 voltios la misma produce un campo magnético que magnetiza al núcleo de hierro dulce en donde la misma se encuentra bobinada. La excitación mencionada produce un campo magnético que por inducción imanta una lámina produciendo su atracción hacia el núcleo mencionado magnetizado también y debido a que en la lámina mencionada se encuentran contactos eléctricos al acercarse al núcleo de hierro al mismo tiempo dichos contactos hacen o dejan de realizar contacto eléctrico con otros contactos fijos. Al dejar de excitarse la bobina de cobre con corriente (interrumpirse el circuito eléctrico), el campo magnético desaparece en el núcleo de hierro, permitiendo así a la lámina alejarse nuevamente del núcleo gracias a la acción de un resorte que la vuelve a su posición inicial o de reposo. En las figura 43 se puede ver el interior de un relay. En la figura 44 se puede ver el aspecto de un relay de uso automotriz. En la figura 45 se muestra el principio de funcionamiento eléctrico del mismo, en la figura 46 un símbolo eléctrico de un relay inversor simple y en la figura 47 un relay inversor doble, llamados así porque invierten el estado de conducción eléctrica de un contacto común y entre un par de contactos. El doble inversor posee dos contactos en común aislados eléctricamente entre si, de forma que al activarse la bobina cada contacto común invierte su contacto eléctrico con el contacto del par asociado al mismo, es decir se cierran o se abren dos circuitos aislados eléctricamente entre si en el mismo instante, del accionamiento de su bobina.



Figura 43.



Figura 44.

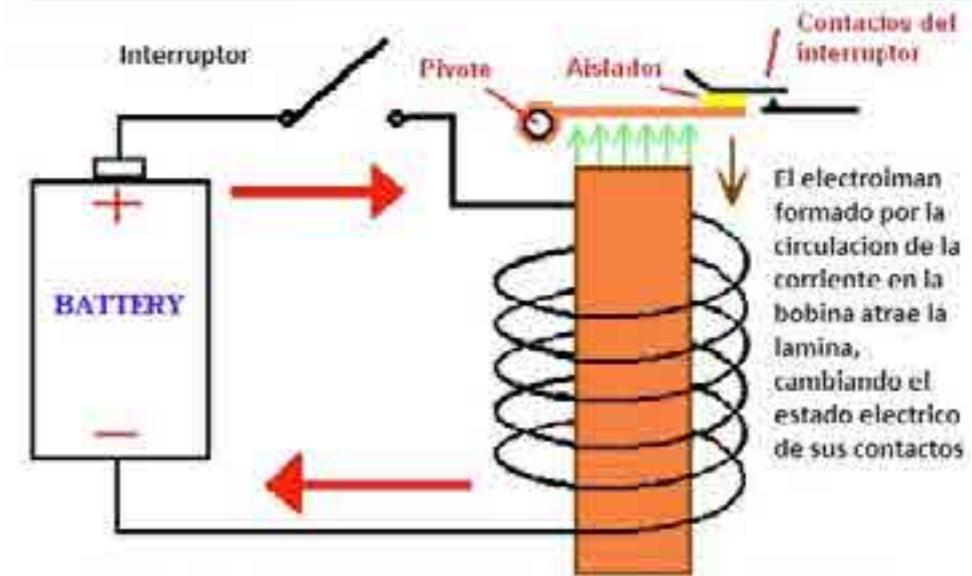


Figura 45. Funcionamiento eléctrico de un rele o relevador electromecánico.

El relay o rele es un interruptor eléctrico gobernado de forma electromagnética, por el campo magnético producido por la circulación de la corriente eléctrica en el bobinado conductor que lo forma.

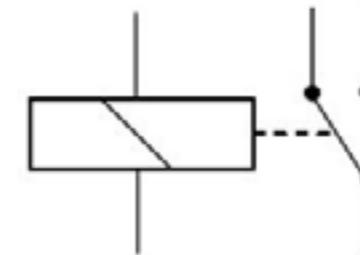


Figura 46.

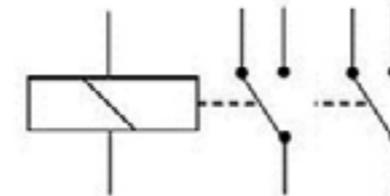


Figura 47.



>> EL CIRCUITO ELECTRICO

Si recordamos la definición que vimos de la electricidad como una corriente o flujo de electrones circulando por un conductor, podemos pensar que un circuito eléctrico es tan necesario que exista, tal como lo es un circuito automovilístico para los coches que se encuentran recorriendo tal circuito mencionado, dado que si dicho circuito no fuese de constitución cerrada, no podrían circular por toda la extensión del mismo de manera ininterrumpida los mencionados coches por el mismo, de manera similar se hace necesario que exista un circuito eléctrico cerrado para que los electrones circulen constantemente por el mismo. Ahora como se forma un circuito eléctrico, un circuito simple denominado circuito serie, porque los elementos están conec-

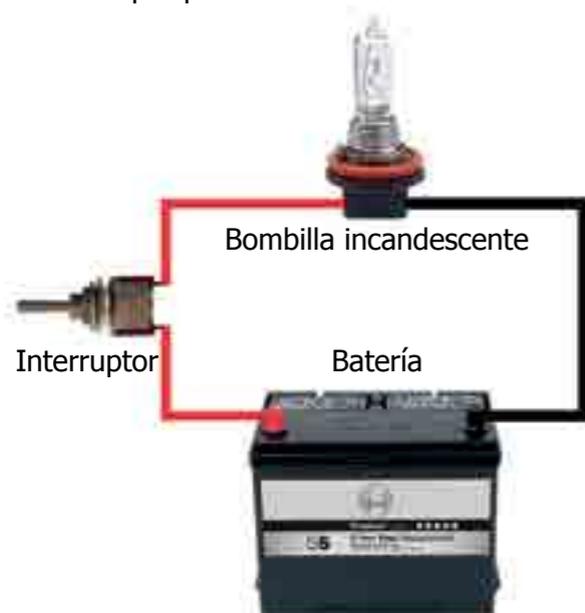
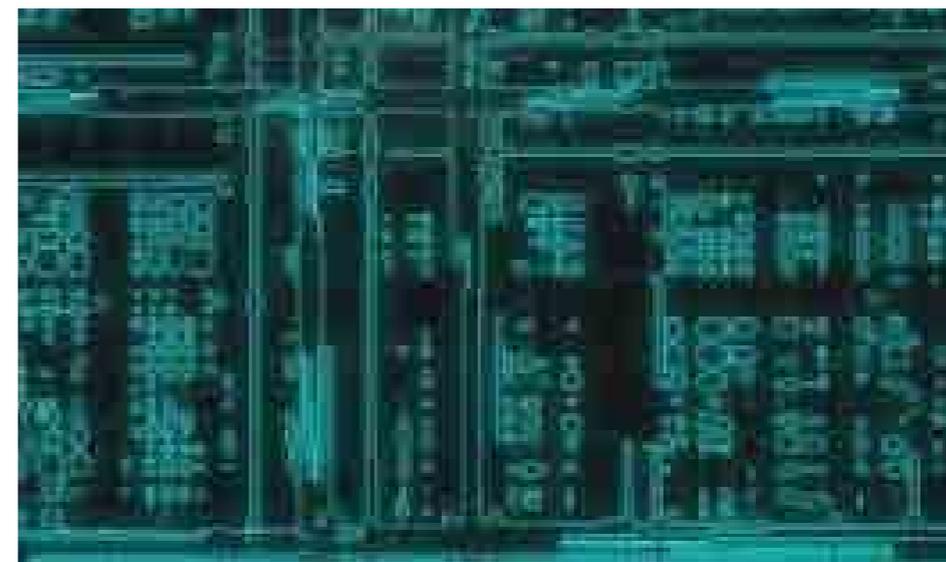


Figura 48. Circuito eléctrico

tados eléctricamente uno seguido del otro, puede estar formado minimamente por una resistencia eléctrica, un generador de fuerza electromotriz o fem (puede ser como vimos una pila o batería) y opcionalmente un interruptor para que se establezca o interrumpa el movimiento de los electrones por el circuito conductor de la electricidad. Por supuesto que fundamental es el cableado con alambre de cobre u otro material buen conductor eléctrico que formara un circuito cerrado para que el recorrido de los electrones por dicho circuito formado se produzca.

En la figura 48 podemos ver un circuito serie y sus componentes, la pila o batería, interruptor eléctrico (que establece o interrumpe el circuito eléctrico) y una resistencia eléctrica o carga eléctrica que además posee la capacidad de transformar parte de la energía eléctrica suministrada en energía luminosa, nos referimos a una simple bombilla incandescente.

En la figura 48 podemos ver que mientras el interruptor no cierre el circuito, no habrá posibilidad que los electrones circulen por el conductor. Al momento de establecerse el circuito por el cierre del interruptor mencionado los electrones son atraídos desde el polo negativo de la pila en dirección al polo positivo de la pila representada en la figura 48. Los electrones solo tienen un posible camino para llegar al polo positivo de la pila, que es el de atravesar todo el circuito eléctrico hasta llegar al mismo, claro es que en su trayecto se encuentran con resistencia a su paso producida por la que posee el filamento de la bombilla incandescente, dicha resistencia es manifestada visualmente porque se transforma en luz y calor que se desprende de la misma. Se ve en la figura 48 en flechas grandes el sentido real del movimiento de los electrones por el circuito eléctrico. Luego veremos que en la mayor parte de los casos se usa el sentido convencional de la corriente eléctrica.



>> SENTIDO CONVENCIONAL DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Anteriormente comentamos que el sentido del movimiento de los electrones y por lo tanto el sentido de la corriente eléctrica generada por un generador de fuerza electromotriz o también llamada FEM, en el caso visto por un elemento capaz de producirlo denominado pila seca es partiendo desde el polo NEGATIVO de dicha pila, hacia el polo POSITIVO de la mencionada pila, haciéndolo de la única manera posible que es la de atravesar todo el circuito eléctrico para llegar al mencionado polo positivo.

Pero en la práctica y de aquí en más nos plantearémos todos las situaciones eléctricas tomando el sentido convencional de la circulación de la corriente eléctrica, el motivo de hacer ello es que es más fácil comprender las propiedades de un circuito eléctrico si se utiliza dicha convención. Es decir que ahora asumiremos que los electrones circulan al establecerse corriente eléctrica desde el polo POSITIVO hacia el POLO NEGATIVO, este es el sentido convencional de la corriente eléctrica (no es el real). En la figura 50 podemos ver un simple circuito eléctrico y su circuito equivalente hidráulico en la figura 49. Si prestamos atención existe una diferencia de altura que es igual a decir que existe una diferencia de potencial en un circuito eléctrico, entonces podemos decir que la



Figura 49. Circuito hidráulico

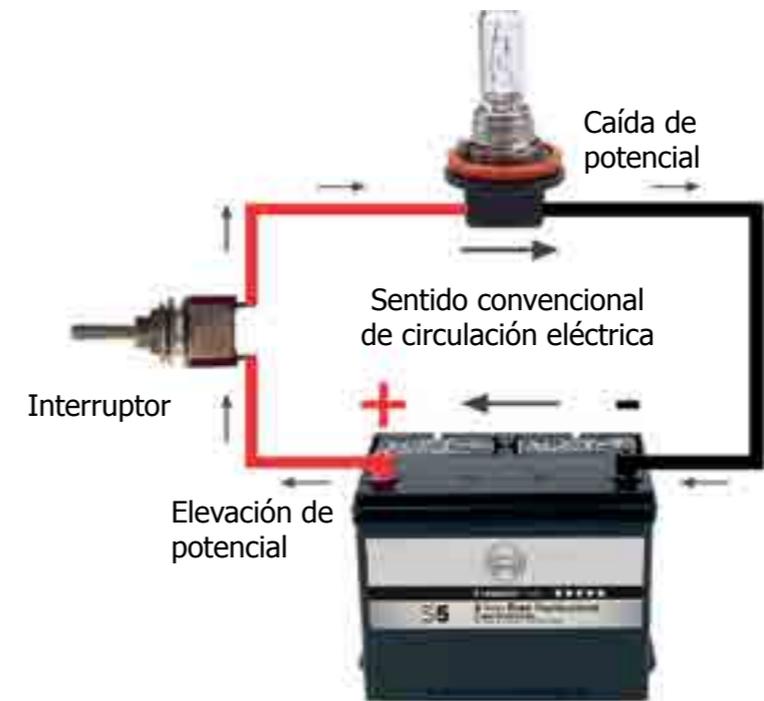


Figura 50. Circuito eléctrico

bomba debe hacer una elevación de fluido para hacer circular el fluido por todo el circuito, notamos que en el sentido de dicho movimiento es partiendo desde el nivel inferior recorrerá todo el circuito para volver a dicho lugar, lo mismo ocurre en el caso del circuito eléctrico equivalente, la pila debe ser la que produzca la diferencia de potencial tal que "eleve" a los electrones hacia una "altura" o potencial superior a dichos electrones, una vez elevados se producirá nuevamente una caída lógica, la llamada caída de potencial eléctrico producido sobre cualquier elemento que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica o en el caso de un fluido su

resistencia mecánica al paso del fluido. Podemos ver que de esta manera de entender el fenómeno estamos suponiendo el sentido convencional de la circulación de la corriente eléctrica, de tal manera de suponer que la corriente eléctrica al pasar por una pila o por cualquier otro generador de FEM, lo hace siempre de manera circulando desde el potencial menor al potencial mayor, mientras que cuando circula por un elemento que le ofrece resistencia a su paso lo hace en el sentido de circular desde el extremo de potencial mayor al potencial menor, es decir se produce una caída de potencial o caída de voltaje entre extremos de cualquier resistencia eléctrica.

Toda resistencia eléctrica en un circuito eléctrico produce una diferencia de potencial eléctrico o caída de voltaje entre sus extremos al paso de la corriente eléctrica por el mismo.

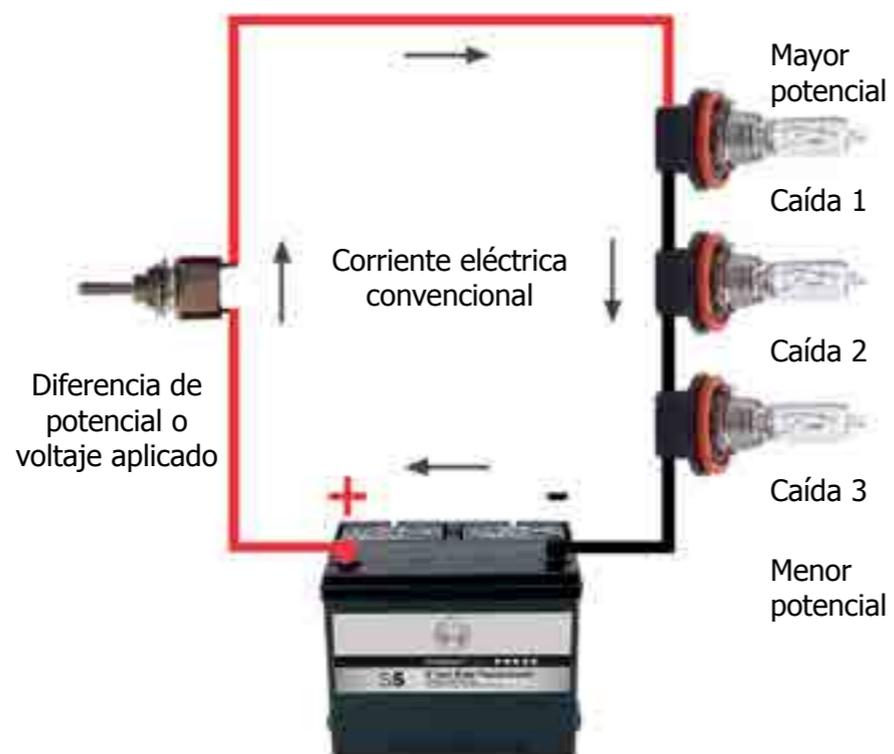
En un circuito serie la suma de caídas de voltaje de cada elemento que lo compone es igual al voltaje total aplicado.

>> REGLAS ELECTRICAS DE UN CIRCUITO SERIE

PRIMERA REGLA

En un circuito eléctrico serie la suma de caídas de voltaje o de potencial es igual a la diferencia de potencial aplicado. Esto se puede analizar si suponemos que las caídas de voltaje (resistencias eléctricas) o de potencial conectadas eléctricamente, las encontráramos ubicadas de forma ficticiamente como si estuvieran apiladas una a continuación de la otra entre extremos del voltaje aplicado, tal como se ve en la figura 51, en dicha figura tenemos un circuito serie formado por la conexión de una batería, un interruptor y 3 foquitos, cada foquito producirá una caída de potencial por la resistencia eléctrica que cada foquito posee al paso de la corriente que por los mismos circula al cerrarse el interruptor que se observa en dicha figura, entonces se verifica que la suma de dichas caídas es igual al voltaje aplicado en este caso a un voltaje aplicado de 12 voltios.

Figura 51.
Circuito en serie



SEGUNDA REGLA

En un circuito eléctrico cerrado serie la corriente que circula es igual en todo el circuito. El valor de dicha corriente se calcula dividiendo el voltaje aplicado al circuito por la suma de todas las resistencias eléctricas que lo conforman. Haciendo referencia al circuito mostrado en la figura 51, tenemos

CORRIENTE ELECTRICA(I)

$$I = \frac{\text{VOLTAJE APLICADO}}{(\text{RESISTENCIA nro } + \text{RESISTENCIA nro } + \text{RESISTENCIA nro})}$$

Donde RESISTENCIA nro es el valor de resistencia expresada en ohmios que cada bulbo o foquito posee, como tenemos 3 foquitos, tenemos 3 resistencias. Con el cociente obtendremos el valor de la corriente expresada en amperios que recorre todo el circuito representado en este caso en la figura 38, si el voltaje aplicado esta en voltios y cada valor de resistencia esta en ohmios.



En todo circuito eléctrico serie el valor de la corriente eléctrica que circula por todo el circuito es igual en todos los elementos del mismo.

>> REGLAS ELECTRICAS DE UN CIRCUITO PARALELO

PRIMERA REGLA

En un circuito paralelo todos los elementos están al mismo voltaje aplicado o diferencia de potencial aplicado. Esto lo podemos ver gráficamente en el circuito mostrado en la figura 52, formado por una batería de 12 voltios, un interruptor y 3 focos conectados eléctricamente en paralelo.

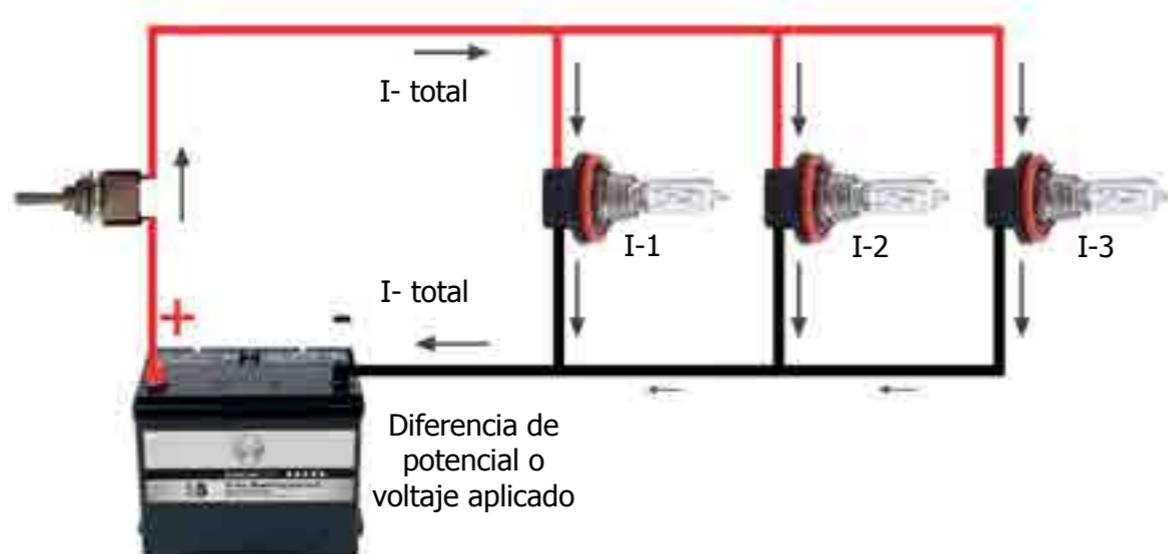


Figura 52.
Circuito en paralelo

SEGUNDA REGLA

En un circuito cerrado paralelo la corriente total que circula por el circuito cerrado es igual a la suma de las corrientes parciales que se deriva por cada rama resistiva en paralelo. Es decir que si observamos la figura 52 podemos ver que la corriente total referenciada en dicha figura como "I-TOTAL" es igual a la suma de las corrientes parciales referenciadas en el circuito mostrado en dicha figura como "I-1", "I-2" e "I-3". Entonces para calcular el valor de dicha corriente total solo basta calcular por separado la corriente que por cada rama se bifurca y la suma de todas ellas será la corriente total del circuito.

>> MEDICION DE LA CORRIENTE EN UN CIRCUITO SERIE

Hemos dicho que la corriente eléctrica que circula por un circuito eléctrico se expresa en amperios pues bien para medir dicha corriente se usa un instrumento denominado amperímetro. Este instrumento como no podía ser de otra manera debe presentar muy baja resistencia eléctrica propia, para que dicha resistencia no sea significativa y la medición de la corriente real no sea alterada por la inclusión en serie en el circuito de la resistencia propia del amperímetro. Este instrumento se debe conectar al paso de la corriente eléctrica a medirse de tal forma que quede in-

tercalado en forma serie con dicha corriente. En la figura 53 se observa que al intercalarlo en forma serie toda la corriente del circuito serie debe pasar por el mismo, de esa manera el instrumento nos indicará el valor de la corriente tal como es mostrada en dicha figura.

Nota: En la figura 53 se ubico el amperímetro en la rama del circuito inferior pero nada impide que sea intercalado en forma serie en cualquier parte de dicho circuito, ya que la corriente medida será del mismo valor en cualquier parte del mismo.

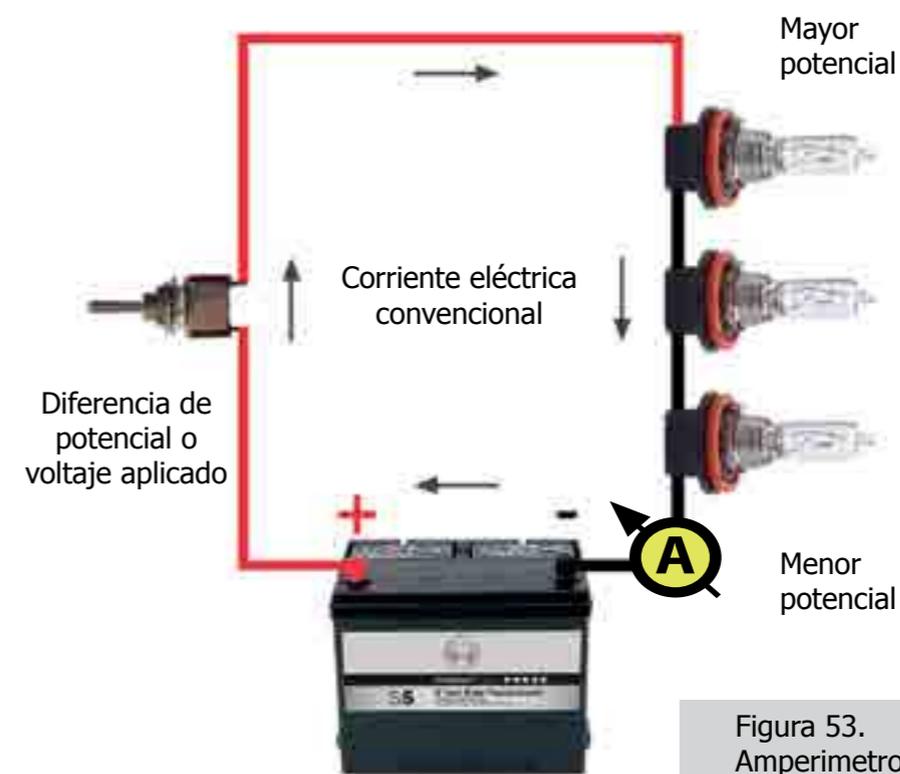


Figura 53.
Amperímetro

Para medir el valor único de corriente eléctrica en un circuito serie se intercala en el mismo un amperímetro.

En un circuito paralelo la corriente eléctrica total es igual a la suma de las corrientes parciales que por cada elemento en paralelo circula.

>> MEDICION DE CORRIENTE EN UN CIRCUITO PARALELO

En un circuito paralelo la corriente total se divide en la suma de todas las corrientes parciales formadas por todas las ramas resistivas que forman a dicho circuito. Por ende el uso de un amperímetro para la medición de corriente en el mismo posee dos finalidades, una que es medir la corriente total o suma de todas las corrientes parciales, y la otra sería medir la corriente parcial que por cada rama resistiva se divide parte de la corriente total que recorre el circuito paralelo en su totalidad.

Para aclarar lo dicho se representan las dos situaciones en las figuras 54 y la 55.

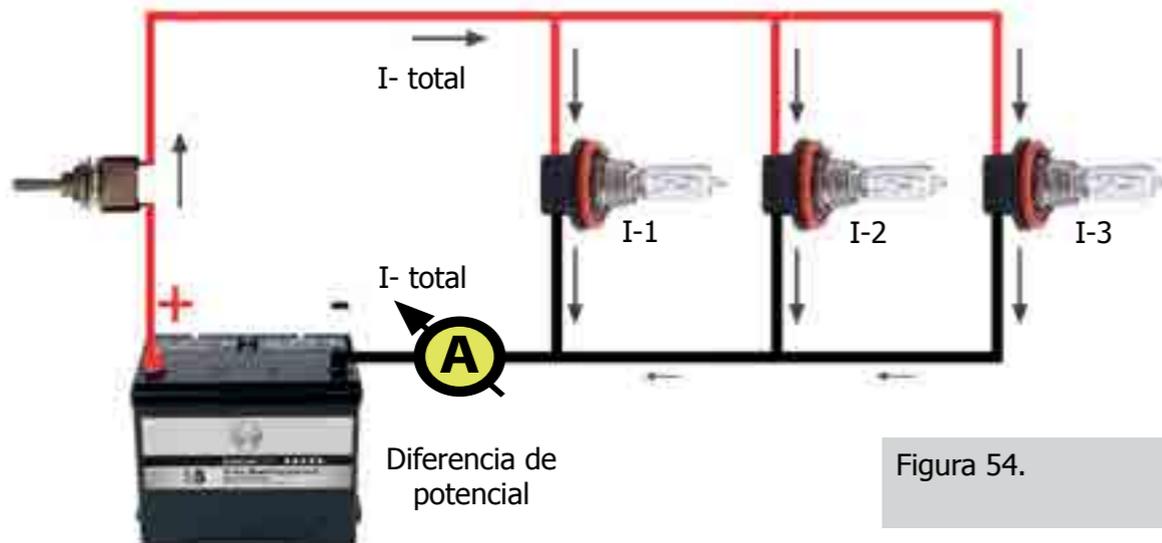


Figura 54.

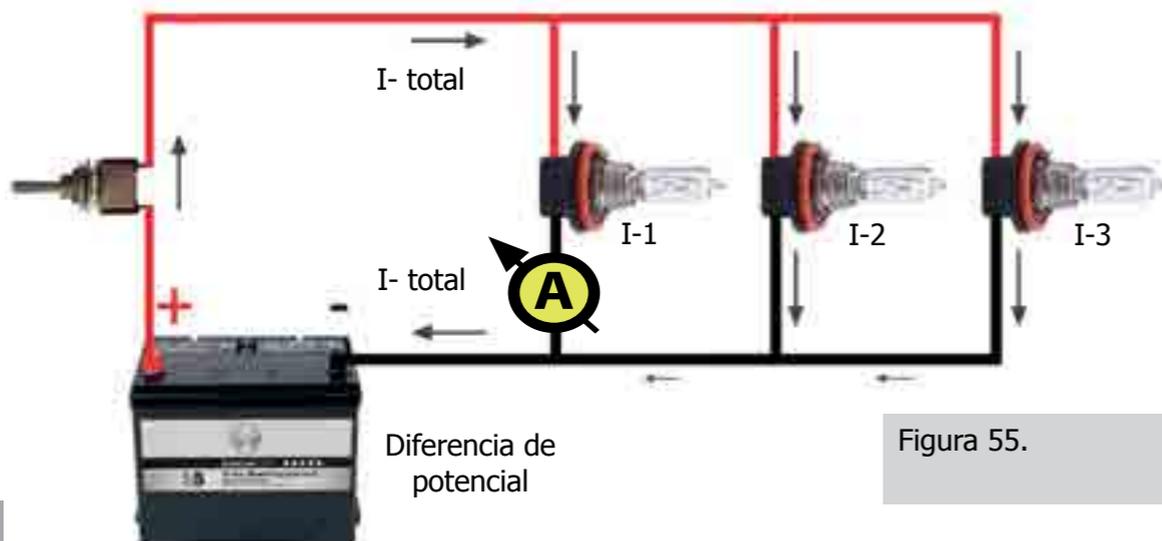


Figura 55.

>> MEDICION DE DIFERENCIA DE POTENCIAL O VOLTAJE

La medición de voltaje se hace con un instrumento denominado voltímetro. Este dispositivo presenta una elevada resistencia eléctrica para no tomar significativamente corriente del circuito en donde se lo utiliza, pero lo suficiente para que pase la corriente necesaria por el instrumento que produzca un acuse de medida del mismo. El motivo de porque este instrumento posee una alta resistencia eléctrica en contraste con la baja resistencia que presenta el amperímetro, es porque el mismo siempre debe ser intercalado en forma paralela al elemento del circuito que se desea conocer la diferencia de potencial eléctrico o voltaje que el elemento presenta entre sus extremos, por lo tanto no debe actuar como una rama derivativa de la corriente total del circuito. El voltaje se mide en VOLTIOS.

Un voltímetro siempre se conecta en paralelo a los extremos del elemento que se necesite conocer su caída de voltaje o diferencia de potencial eléctrico.



MEDICION DE DIFERENCIA DE POTENCIAL O VOLTAJE

En un circuito serie se pueden medir dos casos o situaciones de voltaje o diferencia de potenciales. El primer caso es la medición del voltaje aplicado al circuito eléctrico serie que produce la corriente eléctrica que recorre al circuito, y el segundo caso es la medición de la caída de voltaje en otros elementos de dicho circuito tal como se puede ver en la figura 42a y en la figura 42b respectivamente. En la figura 42b se aprecia como se mide el voltaje que hay entre los puntos en donde se conectan solo dos elementos.

Podemos ver que lo representado en las figuras 56 y 57 es válido para cualquier tipo de elemento que presente un valor de resistencia eléctrica, puesto que aquí se ejemplifico con el uso de foquitos o bulbos de iluminación esto mismo puede ser aplicado a la medición de cualquier resistencia comercial o elemento tal como un motor eléctrico o resistencias de calefacción de un horno eléctrico, siempre que estén conectados en forma serie en el circuito eléctrico del cual forman parte.

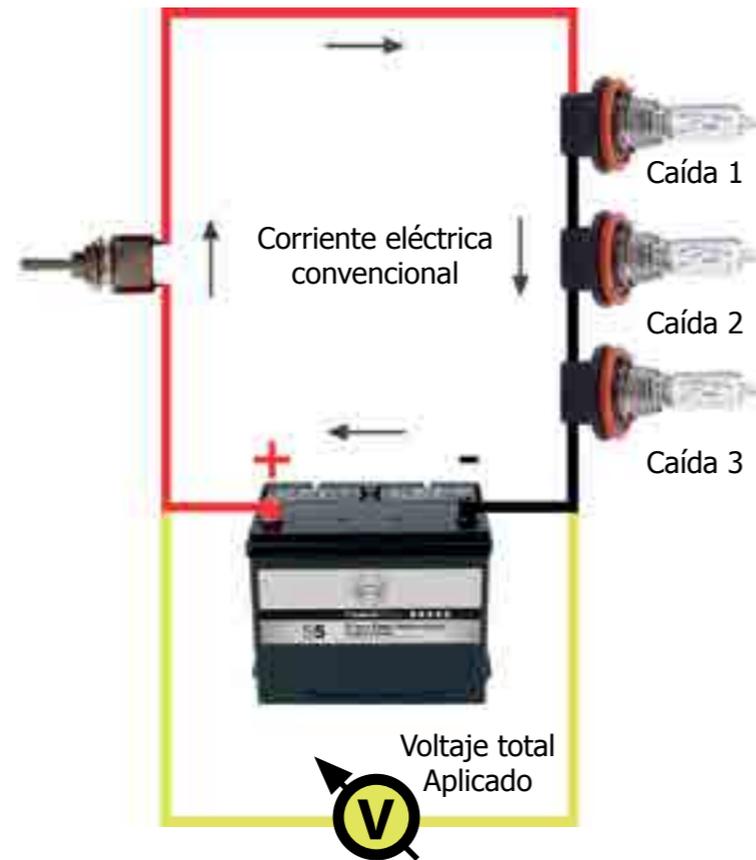


Figura 56. Aquí se ve como se mide con el voltímetro el voltaje total aplicado.

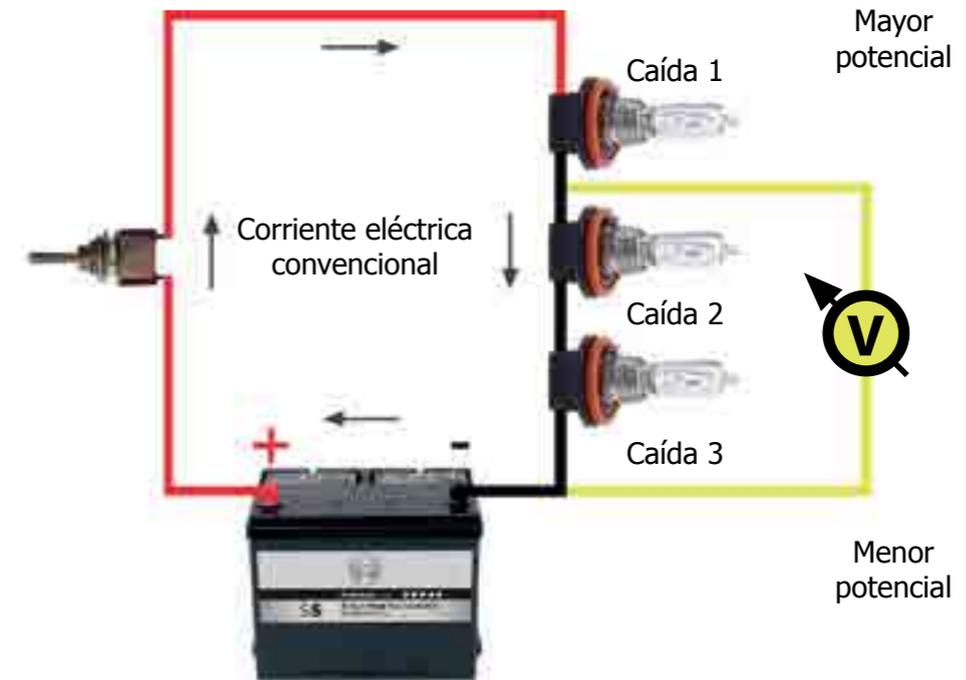


Figura 57. Se mide un voltaje parcial entre dos puntos (distinto al total aplicado).



>> MEDICION DE VOLTAJE EN UN CIRCUITO PARALELO

En un circuito paralelo el voltaje aplicado por una fuente generadora de diferencia de potencial eléctrico es igual entre extremos de todas las ramas de bifurcación de la corriente eléctrica total que recorre a dicho circuito. Por ende existirá solo una situación de medida de voltaje en un circuito paralelo, el voltaje total aplicado. Esto se puede ver en la figura 58.

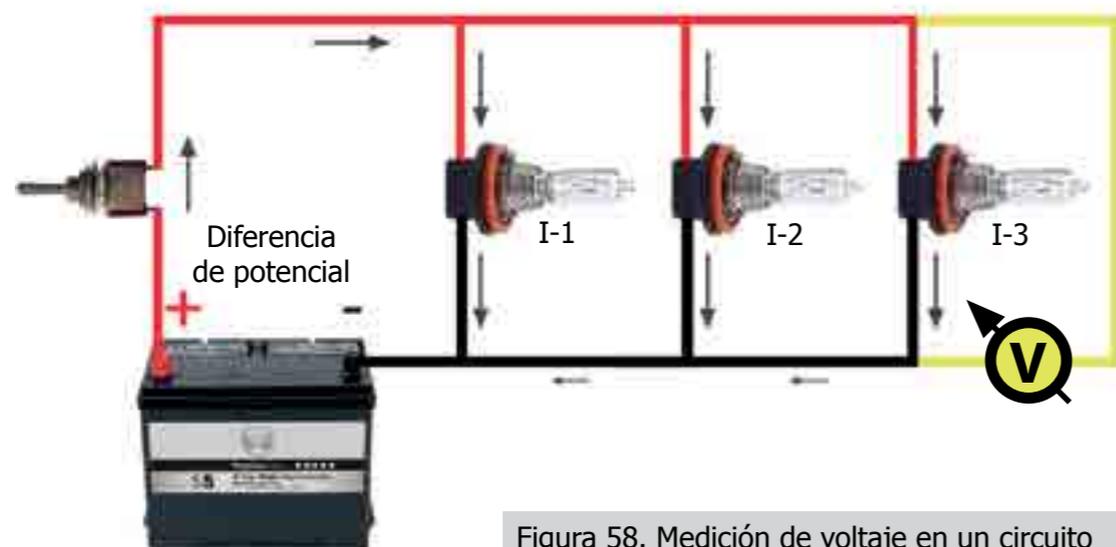


Figura 58. Medición de voltaje en un circuito totalmente paralelo.



>> MEDICION DE VOLTAJE EN UN CIRCUITO SERIE-PARALELO

En este tipo de circuito serie y paralelo, existirán tres situaciones de medida de voltaje en el mismo. Uno es como ya hemos visto, la diferencia de potencial eléctrico aplicado en total. El otro caso es la de medir la caída que produce el circuito serie y la caída de voltaje que produce el circuito paralelo, sabiendo que la caída del voltaje producida por el circuito paralelo sumada a la caída de voltaje producida por el circuito serie debe ser igual al voltaje total aplicado al circuito serie-paralelo. De tal manera de que ahora tendremos un voltaje que nos indicara la caída de voltaje en el circuito paralelo indicado como "Vp", y la caída de voltaje en el circuito serie indicado como "Vs", ambos sumados serán iguales al valor del voltaje total aplicado.

Esto último se puede visualizarse en la figura 59, donde se visualizan los dos casos de medida de voltaje mencionados anteriormente. Notar que la diferencia de potencial eléctrico entre extremos del circuito paralelo es igual sobre los elementos que conforman el circuito paralelo que compone parte del circuito total.

Vale aclarar que el voltaje o diferencia de potencial Vs será igual a la diferencia de voltaje entre el voltaje total aplicado al circuito serie paralelo y el voltaje en la rama paralela que se menciona en la figura 44 como Vp. Es decir que:

Si tenemos $V_t = V_{total}$, $V_s = V_{serie}$, $V_p = V_{paralelo}$

$V_{total} = V_{serie} + V_{paralelo}$, Por lo tanto $V_{serie} = V_{total} - V_{paralelo}$

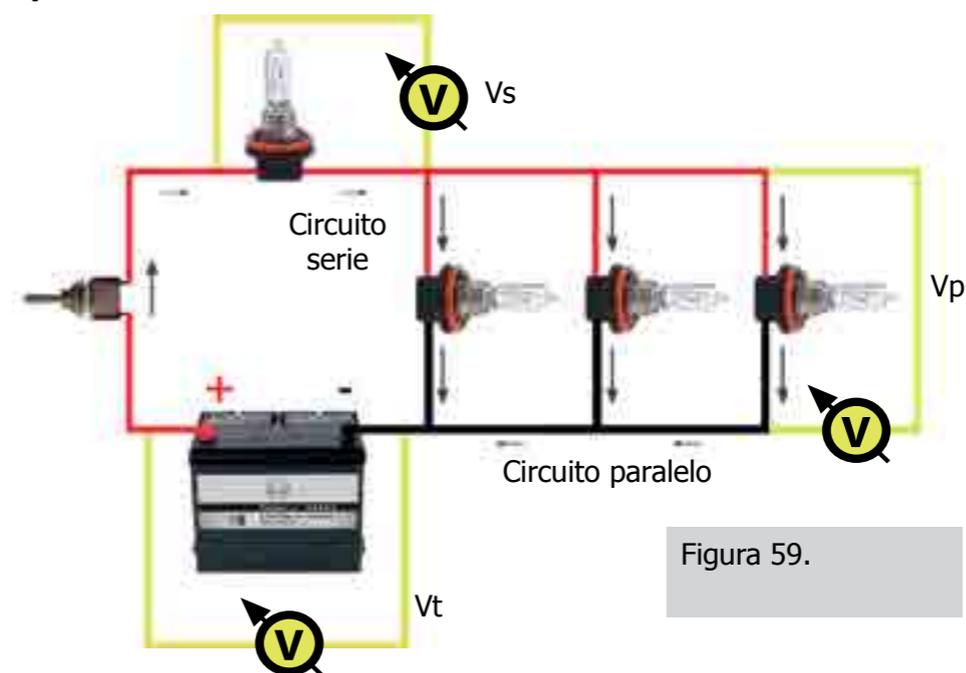


Figura 59.

>> ASOCIACION SERIE DE RESISTENCIAS ELECTRICAS

Cuando vimos en que consiste una resistencia eléctrica comercial nos quedo en el tintero explicar que una sucesión de resistencias de dicho tipo puestas en serie en un circuito es posible su reemplazo por una única resistencia equivalente al valor de toda la suma de las resistencias colocadas como se menciona. Esto se puede expresar de la siguiente manera. Si tenemos en un circuito $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ conectadas en serie eléctricamente, tendremos que es posible lo siguiente:
 Reequivalente serie = $R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$
 R equivalente representa el valor suma de resistencia expresado en ohmios de todas las resistencias eléctricas conectadas en serie que participan en la simplificación. Este concepto es muy importante debido a que simplifica mucho obtener los cálculos de corrientes o de voltajes en un circuito dibujado en papel, previo a la medición real del circuito. En la figura 60 se muestra lo que se menciona.

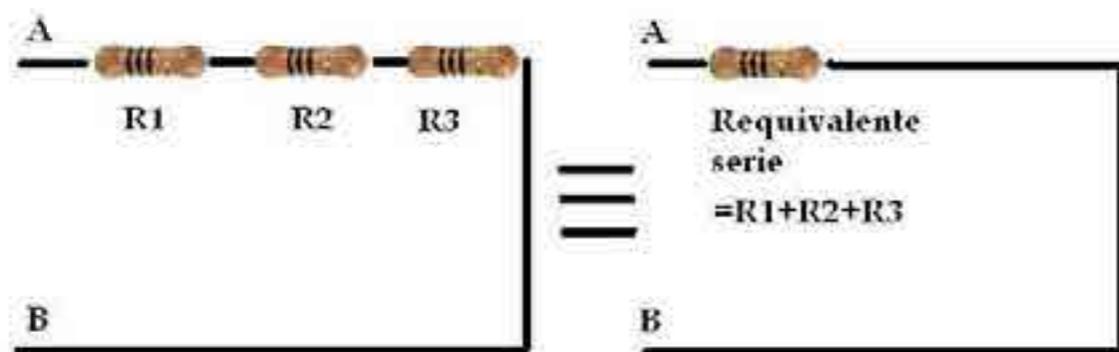


Figura 60. Asociación serie de resistencias y su resistencia equivalente

En la figura 60 se aprecia como se obtiene siempre una resistencia equivalente entre los bornes del circuito A y B que será siempre de mayor valor en comparación al máximo valor que posea alguna resistencia individual.

>> ASOCIACION EN PARELELO DE RESISTENCIAS ELECTRICAS

De la misma forma vista para una asociación de resistencias eléctricas en serie, en una asociación de resistencias en paralelo se puede reemplazar a todas ellas por una única resistencia conectada entre los extremos en que las resistencias en paralelo individuales lo estaban. El valor equivalente de dicha resistencia única se calcula como la sumatoria de la inversa de cada valor de resistencia individual colocadas en paralelo en el circuito.
 Por lo tanto si tenemos en un circuito $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ en paralelo, es posible encontrar una resistencia equivalente expresada como:
 Reequivalente paralelo = $1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$
 En la figura 61 se muestra en que consiste la resistencia equivalente paralelo mencionada.

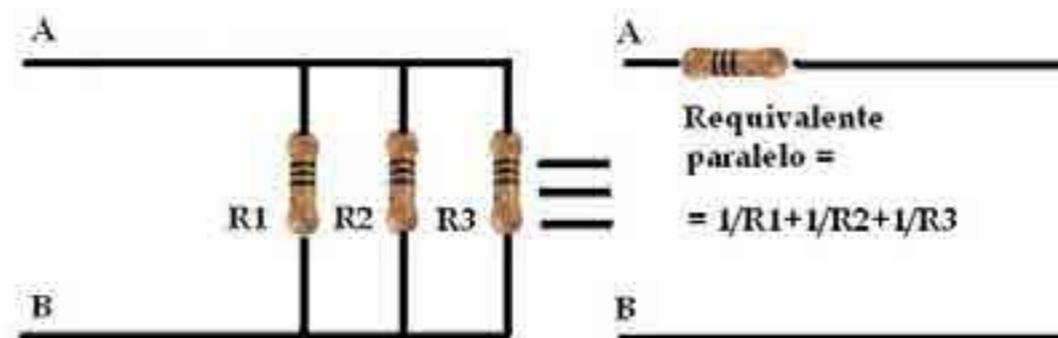


Figura 61. Como se puede ver en esta figura se aprecia el reemplazo entre los bornes del circuito A y B por una resistencia equivalente que las reemplaza, cuyo valor siempre será de menor valor que el valor menor de las resistencias individuales en paralelo.

La asociación de resistencias en paralelo nos dará un valor menor que la menor resistencia utilizada en dicha asociación.

La corriente eléctrica que cambia el sentido de circulación en el tiempo la denominamos corriente alterna .

Concepto de corriente alterna

Cuando definimos un circuito eléctrico definimos el sentido de la circulación de la corriente eléctrica por un conductor eléctrico y vimos el sentido real y el convencional.

Pues bien existe un tipo de corriente eléctrica la cual cambia de dirección de circulación varias veces por segundo, es decir un instante circula desde negativo a positivo, y otro instante de tiempo lo hace circulando de positivo a negativo. Comúnmente sin saberlo la electricidad que usamos para el alumbrado de nuestras casas o en los toma de corriente en nuestras casas estamos tratando con este tipo de corriente eléctrica.

En los hogares la electricidad es de naturaleza alterna porque alterna su polaridad y por lo tanto su sentido de circulación cambia varias veces por segundo, es la que se denomina comúnmente como corriente domiciliar de 50 ciclos por segundo o 50Hz, porque dicha corriente cambia 50 veces por segundo el sentido de circulación.

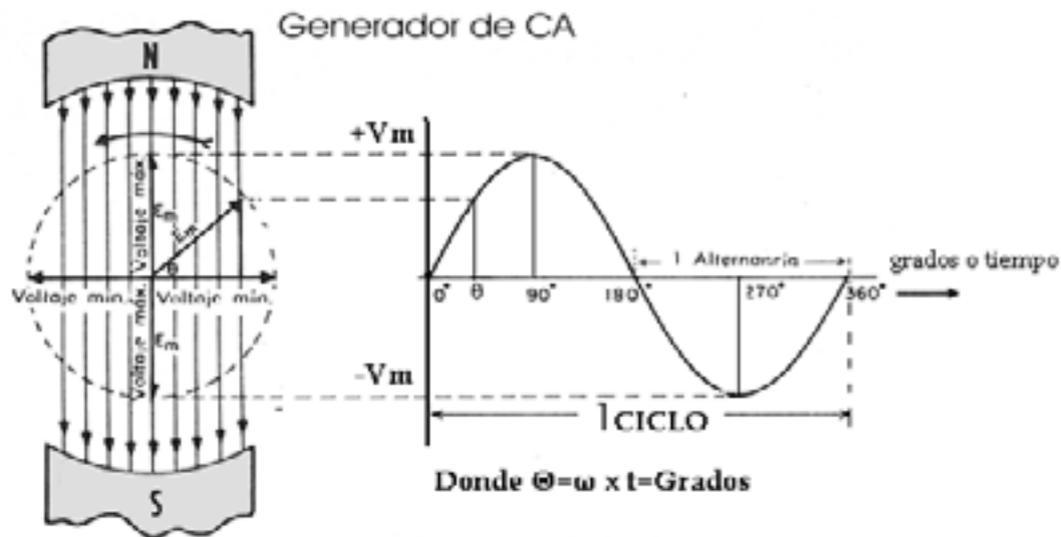


Figura 62. Generación de corriente alterna

Características de la corriente alterna

Si pudiéramos ver como evoluciona los valores de voltaje instante a instante en por ejemplo la corriente alterna domiciliar, veríamos que lo hace en una forma determinada, lo hace en forma senoidal es decir que los valores en el tiempo siguen una ley de variación determinada por una expresión matemática senoidal.

$I(t) = V_m \times \text{sen}(\omega t)$ Donde V_m es el valor máximo de voltaje en un instante dado de tiempo.

Donde ω (omega) es el valor de la frecuencia angular.

La frecuencia angular se calcula como $\omega = 6,28 \times \text{FREC.RED}$ (Aquí $\text{FREC.RED} = 50$)

El termino de frecuencia angular proviene de relacionar el movimiento mecánico del eje de un generador de corriente alterna (ALTERNADOR) ,en las posiciones angulares que tomaría el eje del mencionado generador de corriente alterna si graficáramos su posición mecánica en el tiempo. En la figura 62 se ve como se aprecia la forma senoidal de la corriente eléctrica generada por un alter nador.

La forma de onda alterna de la corriente eléctrica como la que produce un alternador es periódica por que su forma se repite regularmente en el tiempo.

Es lógico pensar en que la forma de onda eléctrica se repita en el tiempo, como el eje del generador de corriente alterna o ALTERNADOR vuelve a ocupar la misma posición mecánica al cabo de un cierto tiempo o periodo de tiempo, se dice que la forma de onda de la corriente alterna generada por una maquina eléctrica como un ALTERNADOR, es de carácter PERIODICO. En la figura 62 se aprecia también la porción de tiempo que se conoce como periodo o ciclo de la forma de onda, definido como todos los valores posibles de voltaje que la forma de onda posee durante un tiempo dado.

En la figura 62 vemos que existe $-V_m$ y $+V_m$ eso significa que si bien el valor numérico de V_m es el mismo para ambos casos, el voltaje en un instante determinado cambia de signo y por consiguiente el sentido de circulación de la corriente eléctrica, por eso en dicha figura se lo indica como V_m y como $-V_m$ al valor máximo posible de la forma periódica en las situaciones mencionadas.

>> VALOR EFICAZ DE LA CORRIENTE ALTERNA

Todo multímetro nos indicará el voltaje eficaz de la forma de onda eléctrica alterna medida.

Como veremos muy pronto cualquier instrumento conocido como tester o multímetro nos mide el valor eficaz de una forma de onda eléctrica alterna. Si recordamos el efecto calorífico descubierto por Joule, podemos suponer que para la corriente alterna se cumple algo similar. Como el voltaje de dicha forma de onda no es constante en el tiempo es de suponer que no puede tener la misma energía (efectuar trabajo), que una corriente continua con el mismo valor máximo V_m que posee la corriente alterna.

Entonces podemos obtener un valor equivalente a un valor de corriente continua que produciría la misma energía o capacidad de realizar trabajo o efecto calorífico. Como conclusión cualquier tester o multímetro no medirá valores máximos, solo valores eficaces de

la forma de onda alterna. Si la forma de onda es senoidal como se vio hasta ahora, el valor eficaz numérico de la forma de onda que medirá o nos presentará en pantalla el tester o multímetro, será: $V_{\text{eficaz}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ es decir V_m dividido la RAÍZ CUADRADA DE DOS

En la figura 62 vimos como el ALTERNADOR por medio del movimiento de bobinas de cobre en medio de un campo magnético nos permite la generación de corriente eléctrica de forma alterna la cual es producida porque dicha corriente es transportada hacia los bornes de la máquina descrita por medio de escobillas conductoras rozantes en dos mitades conductoras rotantes, denominado el colector, por ello la corriente cambia de sentido cada 180 grados de rotación mecánica del rotor.



>> EL DIODO SEMICONDUCTOR

Cuando estudiamos que es la electricidad mencionamos que existían materiales buenos y malos conductores de la electricidad. Pero la realidad es que también existen materiales que están en el medio de ambas categorías tal como el ARSENIURO DE GALIO el cual es un compuesto fabricado por el hombre que posee la particularidad de exhibir características SEMICONDUCTORAS frente a situaciones particulares eléctricas a temperatura de trabajo ambiente.

El diodo semiconductor está formado por lo que se conoce como la juntura P-N. Es decir que está formado por dos zonas donde la zona P se la conoce como el ANODO del diodo y la zona N como el CATODO del diodo.

El cátodo en un diodo real tal como se muestra en la figura 63 se lo puede reconocer porque es norma comercial indicarlo por una banda circular de color gris claro, que rodea al cuerpo cilíndrico de color oscuro en la mayoría de los casos. En el símbolo utilizado del diodo el cátodo se lo indicará con la letra K y el ánodo se lo indicará con la letra A.

Este dispositivo presenta una particularidad que es la de dejar pasar la corriente eléctrica en un solo sentido, justamente esta particularidad que tiene se aprovecha para transformar la corriente eléctrica ALTERNA en corriente eléctrica CONTINUA por medio de un circuito que se lo denomina RECTIFICADOR DE CORRIENTE ALTERNA.

Este dispositivo es importantísimo conocer su funcionamiento y por lo tanto su diagnóstico o chequeo porque forma parte del circuito de carga con corriente CONTINUA proveniente del dispositivo ya mencionado como el ALTERNADOR sobre el acumulador o la batería de plomo y ácido en todo auto o vehículo motorizado. Para realizar su chequeo este dispositivo solo conduce cuando el potencial eléctrico aplicado en su ánodo es de signo POSITIVO y el potencial eléc-



Figura 63. Diodo semiconductor



Figura 64. Símbolo del diodo

Un diodo solo puede conducir la corriente eléctrica en un sentido según la posición de sus contactos en el circuito eléctrico.

trico aplicado en su terminal denominado cátodo es de signo NEGATIVO. En el caso de invertir los signos de los potenciales eléctricos sobre los mencionados terminales el pasaje de la corriente será nulo.

De esta forma es posible realizar su diagnostico utilizando lo que veremos luego, denominado el MULTIMETRO O TESTER. En la figura 63 se puede ver una fotografía de este dispositivo llamado diodo semiconductor luego en la figura 64 se puede ver el símbolo utilizado para su representación en un circuito eléctrico o electrónico y luego en la figura 65, se aprecian los casos para el diodo de conducción eléctrica y el de no conducción eléctrica al aplicar la polaridad del voltaje en el sentido contrario.

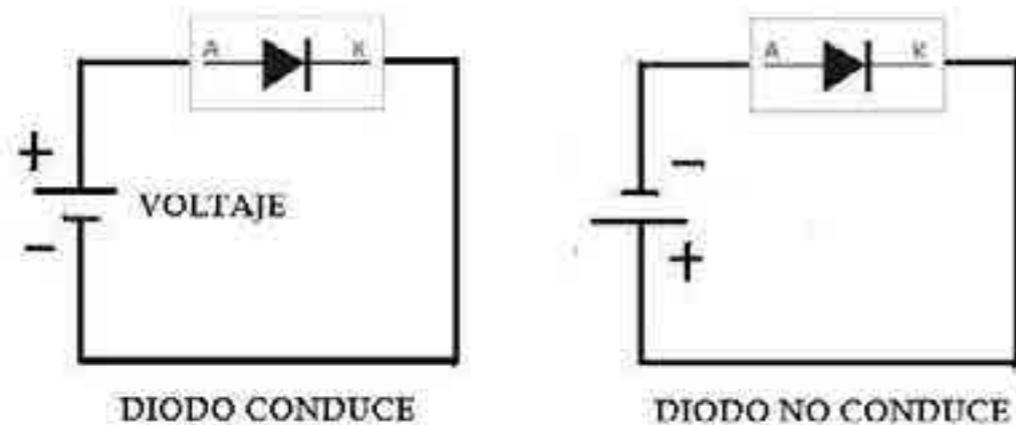


Figura 65. Casos mencionados de conducción y no conducción de la corriente eléctrica en el diodo

>> EL MULTIMETRO

En la práctica no es práctico usar tres o más instrumentos para realizar medidas como ser un voltímetro, amperímetro, un ohmímetro para la medición tanto de voltajes, corrientes y de resistencias respectivamente. Es por ello que existe un aparato o dispositivo que permite por sí mismo realizar mediciones tanto de voltaje, como valor de corriente (amperios) y de la resistencia eléctrica (ohmios). Este dispositivo tan versátil se lo denomina comúnmente como MULTIMETRO o también TESTER.

Existen en la práctica dos tipos de multímetro o tester uno se denomina tester analógico o de bobina móvil (puesto que en dicho principio internamente se basa su funcionamiento) y el otro es de carácter totalmente sólido sin ninguna parte en movimiento denominado como el tester digital o multímetro digital.



>> EL MULTIMETRO ANALOGICO

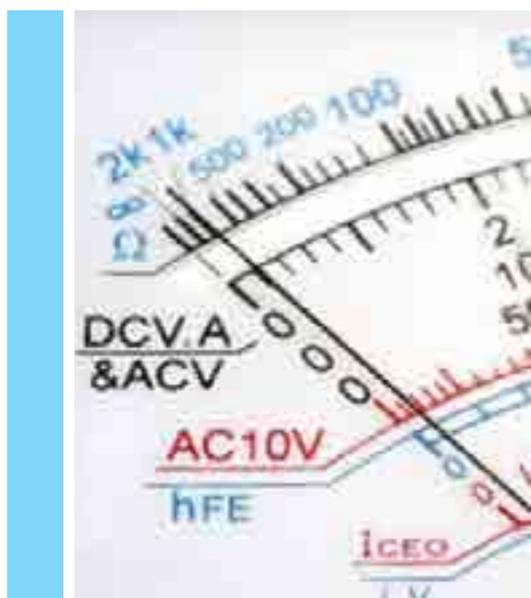
El multímetro analógico nos permite la medición mediante la deflexión de la aguja que el mismo posee.

Nosotros generalmente usaremos el multímetro digital pero conviene conocer como se debe trabajar con el multímetro analógico también.

La particularidad que posee el multímetro analógico es que la medida de cualquier unidad eléctrica se la realiza mediante un movimiento o deflexión de la aguja sobre una escala graduada.

Con el es posible medir voltajes, intensidades de corriente, así como también resistencia eléctrica de manera similar que cuando se utiliza el multímetro digital.

El multímetro analógico posee una perilla selectora para poder elegir la función de medida adecuada a lo que se quiera medir. También se dispone de dos bornes señalados en la carátula del instrumento con el signo POSITIVO(+) y el signo NEGATIVO(-).



Dichos bornes son para conectar dos puntas conductoras que hacen de interconexión entre el multímetro y lo que se necesite eléctricamente medir. Generalmente la punta que va situada en el borne positivo es la de color rojo y la punta que va situada en el borne negativo es la de color negro.

Para la medición de resistencia el instrumento nos señala resistencia infinita en la posición de reposo o inactiva de la escala graduada. A medida que la resistencia se acerca al valor nulo de resistencia su desplazamiento se realiza cada vez más hacia el lado derecho de la escala graduada, en el límite para resistencia cero o nula medida, la aguja se moverá totalmente hacia el lado o costado derecho de la escala graduada o del instrumento.

Por tal motivo como la medición de resistencia se realiza haciendo circular una corriente eléctrica generada internamente por medio de una pila seca incorporada en el multímetro, cada vez que se utiliza el instrumento para poder realizar una medida precisa de la resistencia eléctrica se hace necesario ajustar por medio de un potenciómetro incorporado la posición del cero de resistencia en la escala graduada cuando provocando con la unión de las puntas mencionadas una condición de cero resistencia eléctrica no

se logre el máximo movimiento de la aguja. El control mencionado se lo encuentra marcado en el multímetro analógico como "AJUSTE CERO".

Podemos ver en la figura 66 una imagen real de un multímetro indicando el control de AJUSTE DE CERO RESISTENCIA mencionado.

El valor de resistencia nula en un multímetro analógico siempre esta ubicado a la derecha de la escala graduada del mismo.



Figura 66. Multímetro Analógico.

El multímetro digital se lo denomina así porque nos presenta la información de la medida realizada mediante valores formados por números del 0 al 9 o digitales.

>> EL MULTÍMETRO DIGITAL

Si bien un multímetro moderno posee características extras como medición de frecuencia o de temperatura, generalmente dichas mediciones se realizan con otros equipos como puede ser un frecuencímetro o termómetro digital. En el curso emplearemos el multímetro para medir corriente eléctrica, voltaje, resistencia eléctrica, prueba de diodos y continuidad.

A continuación se presenta en una figura 67 de un multímetro real cuales son las posiciones típicas de la perilla selectora de funciones del mismo para realizar las tareas de medición sobre circuitos eléctricos y electrónicos, que hoy en día incorporan dentro cada vehículo automotor.

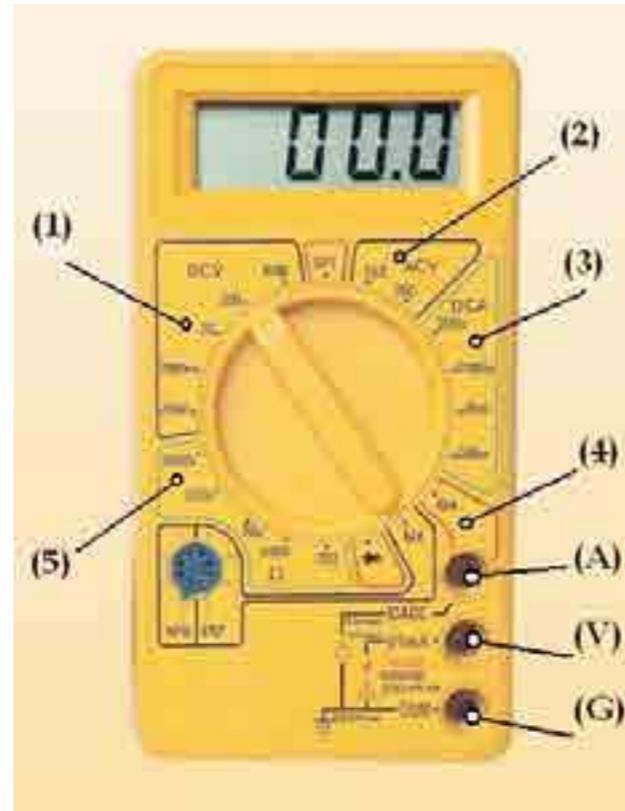


Figura 67. Descripción de un multímetro digital real.

Descripción de cómo usar el tester o multímetro digital

A continuación detallaremos el uso descriptivo del multímetro digital que vimos representado en la figura 67. Aclaramos que el multímetro necesita tener conectadas dos puntas conductoras en los bornes mostrados en la figura 67 como (V), (A), y (G). De acuerdo a la medición a realizarse siempre se usará la punta de color negro colocado en el borne mostrado como (G), y la otra punta restante generalmente de color roja se conectará al borne mostrado como (V) o como (A), dependiendo si se desea medir voltaje o amperaje respectivamente.

ZONA (1): Esta zona del multímetro la usaremos para la medición de voltaje en corriente continua por eso en la carátula del multímetro se muestra DCV.

Procedimiento de utilización zona 1:

La punta de color rojo en el zócalo o borne indicado como (V) y la punta negra la colocaremos en el borne marcado como (G). De esta manera estaremos en condición para poder medir como nos indica el instrumento a fondo de escala varios valores de voltaje desde el valor de los (0,2 voltios) hasta el valor máximo posible que es de (1000 voltios). **ZONA (2):** En esta zona del multímetro la usaremos para medir voltaje eficaz de una forma de onda de corriente alterna por eso el instrumento nos muestra en su carátula ACV.

Procedimiento de utilización zona 2:

Por ejemplo situando la perilla en la posición marcada como ACV-750 estamos preparando al multímetro para que pueda medir valores eficaces del orden de los 220 voltios eficaces, este voltaje es el que mediremos si colocando la punta roja en el borne (V), la punta negra en el borne marcado como (G), (manejando las puntas desde su parte aislante para no electrocutarnos) insertamos las puntas en los dos agujeros de cualquier toma corriente de una casa. Cabe aclarar que el orden de la inserción de cada punta en un agujero diferente del toma-corriente no afectará la medida dado que estamos midiendo corriente alterna.

ZONA (3): En esta zona del multímetro marcada como DCA la usaremos para medir valores de intensidades de corriente continua menores al amperio como el instrumento nos lo indica en su carátula.

Procedimiento de utilización zona 3:

Para realizar tales mediciones debemos ahora colocar la punta roja en el borne del multímetro marcado como (V) y la punta negra en el borne marcado como (G). Esta escala es útil para medir intensidades de corrientes realmente muy débiles o reducidas del orden de las centenas del microamper (0,0002 amperios) a fondo de escala y hasta valores máximos o a fondo de escala del

orden de los (0,2 amperios).

ZONA (4):En esta zona del multímetro marcado como 10A la usaremos para medir intensidades de corriente continua hasta el valor de 10 amperios. Claro que también será útil para poder medir por encima de la escala DCA anteriormente vista.

Procedimiento de utilización en zona 4:

Cabe aclarar que la colocación de las puntas se hace ahora colocando la punta roja en el conector del multímetro marcado como (A), mientras que la punta negra se mantiene conectada al conector señalado como (G). Esta escala es útil para medir corrientes de carga de un acumulador automotor, debido a que la corriente suministrada para la carga de un acumulador de 12 voltios esta dentro del rango de medición para esta escala.

ZONA (5): Esta zona es la que utilizaremos para medir valores de resistencia eléctrica tal como nos indica la caratula de esta zona de utilización desde el valor de los (200ohmios) hasta el valor señalado como (2000k) es decir hasta un valor igual a los 2 Mohmios. Existen multímetros de mejor calidad que alcanzan a medir valores de resistencia hasta el valor de los 20 Mohmios es decir 20000k .Para utilizar la escala de medición de resistencias debemos conectar la punta roja en el borne marcado como (V) ,mientras que la punta de color negro en el borne marcado como (G).

ZONA (6): Esta zona es la que utilizaremos para la prueba de diodos semiconductores. Recordemos que un diodo semiconductor de silicio posee la propiedad de dejar circular a través del mismo la corriente en un solo sentido.

Procedimiento de utilización en zona 6:

El diodo posee un terminal denominado como el CATODO y otro terminal denominado como ANODO entonces si colocamos la punta roja conectada al borne (V) en el multímetro, al ANODO del diodo y la punta negra conectada al borne (G) del multímetro en el terminal CATODO del diodo veremos como la pantalla del multímetro nos indica un valor distinto de cero. Ahora si repetimos lo dicho pero intercambiando las puntas de los terminales sobre el diodo, veremos que el multímetro nos indicara el mismo estado que cuando no teníamos aun aplicado dichas puntas sobre el diodo, en caso de indicar algo la pantalla en esta situación, el diodo mencionado estará en estado defectuoso o inutilizable.



>> INDICADOR DE CONTINUIDAD ELECTRICA

Nota: Al contrario del multímetro mostrado en la figura 67 casi todos los multímetros conseguibles en plaza poseen un probador de continuidad eléctrica incorporado que posee la particularidad de efectuar un aviso sonoro cuando existe continuidad eléctrica.

Procedimiento para usar la opción con el indicador sonoro

Para ello se debe conectar la punta roja en el borne marcado como (V) y la punta negra conectarla al borne marcado como (G), una prueba de funcionamiento es la de conectar las puntas en contacto eléctrico entre si, de inmediato se percibirá el sonido característico indicando así la función para detectar la continuidad eléctrica de un circuito o elemento por medio del aviso sonoro.

