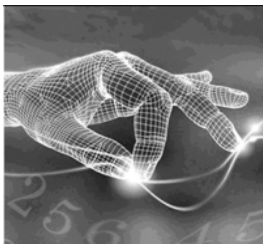
TECNOLOGÍA 4º DE LA ESO
CURSO ESCOLAR 2011-2012



"El que sabe no habla, el que habla no sabe"

Lao Tse (pensador y filósofo chino)

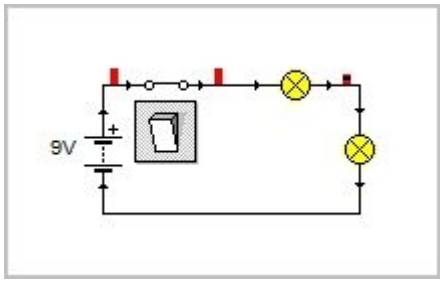
La Corriente Eléctrica

1. CORRIENTE ELÉCTRICA.

DEFINICIÓN DE CORRIENTE ELÉCTRICA.

Se define ***corriente eléctrica* o *electricidad*** como *"el movimiento LIBRE, CONTÍNUO Y ORDENADO de electrones a través de un elemento conductor".*

Por tanto, de todas las partículas que componen el átomo las principales responsables del fenómeno eléctrico son los **electrones**. El movimiento de estos electrones siempre se produce desde el polo negativo al polo positivo del elemento generador de la corriente eléctrica (elemento que genera electricidad mediante el movimiento de electrones). A pesar de esta circunstancia y para evitar problemas en el cálculo se asume, en la práctica, que la corriente se produce desde el polo positivo al negativo del elemento generador de la corriente eléctrica.



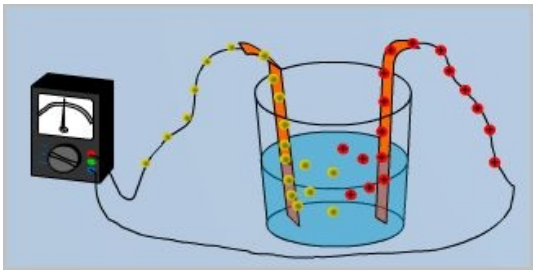
Se puede apreciar como en el circuito mostrado en la figura el sentido de la corriente se representa viajando desde el polo + al polo negativo del generador de 9V.

TIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Para que se produzca una corriente eléctrica debe existir una energía que permita a los electrones moverse a través del elemento conductor. Existen numerosos medios de producción de electricidad destacando:

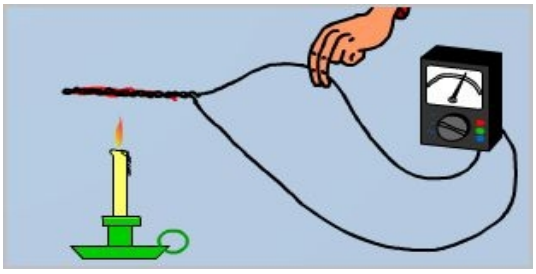
1) Por TRANSFORMACIÓN QUÍMICA

Al introducir en una determinada disolución (electrolito) dos metales diferentes (electrodos) se origina entre ellos una tensión eléctrica.



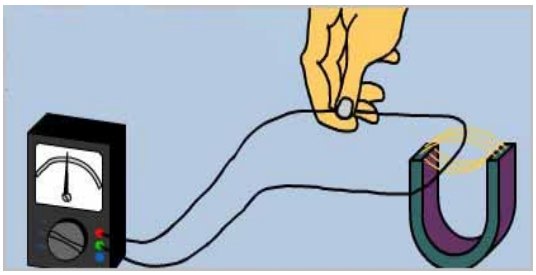
2) Por CALENTAMIENTO

Si calentamos dos metales diferentes puestos en contacto se producirá entre ellos una diferencia de potencial



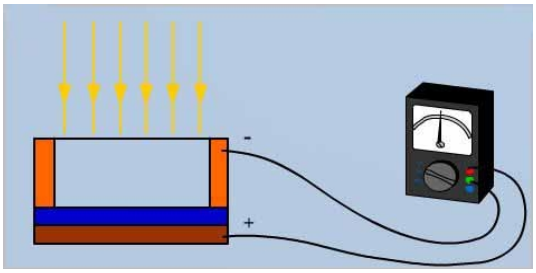
3) Por INDUCCIÓN

Si se desplaza un conductor eléctrico en un campo magnético se genera corriente eléctrica



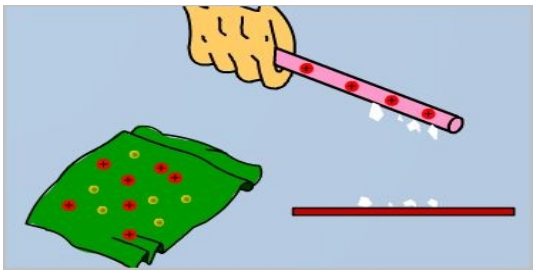
4) Por LUZ (efecto fotoeléctrico)

El **efecto fotoeléctrico** consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general). Si estos electrones se conducen por un conductor generan corriente eléctrica.



5) Por FROTAMIENTO

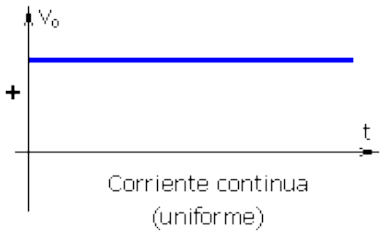
Si se frotan entre sí dos materiales con determinadas características dichos cuerpos quedan cargados y pueden atraer otros materiales. Este fenómeno se denomina **electricidad estática**



TIPOS DE CORRIENTE ELÉCTRICA: ALTERNA Y CONTINUA

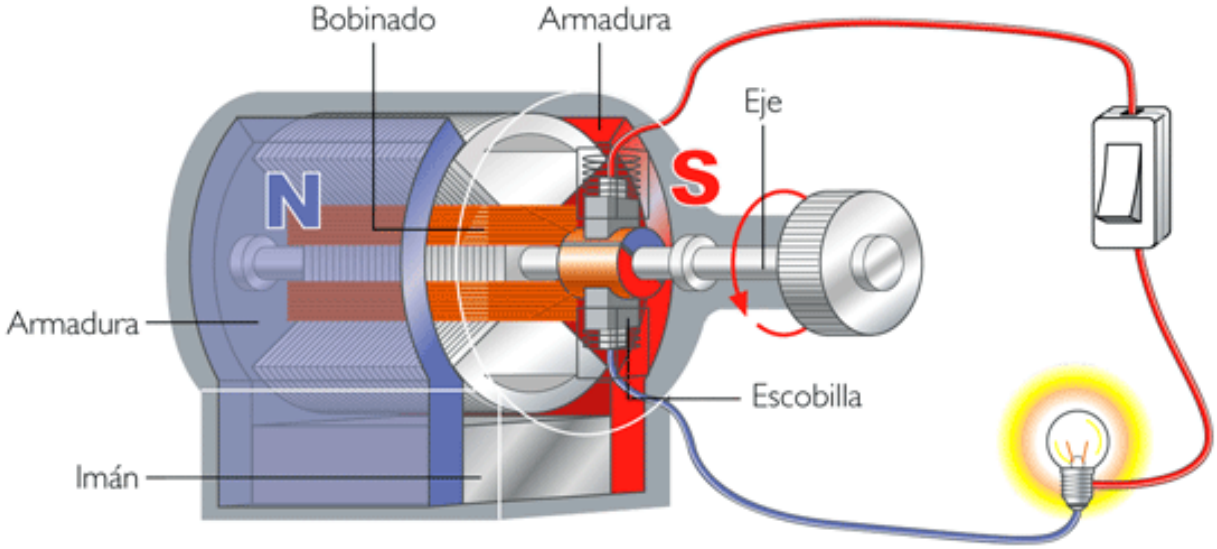
CORRIENTE CONTÍNUA

La **corriente continua** (*CC* en español, en inglés DC, de *Direct Current*) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (*CA* en español *AC* en inglés), en este caso, las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección del punto de mayor potencial al de menor potencial.



Este tipo de corriente eléctrica es la que se produce en una pila. De forma genérica el dispositivo utilizado para la generación de corriente eléctrica continua es una **dinamo** que se detallará a continuación:

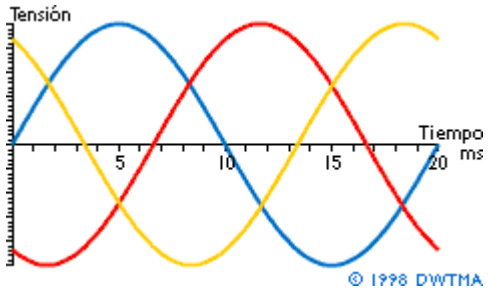
La **dinamo** es una **máquina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica**; es decir, permite obtener electricidad a partir de un movimiento. *La dinamo es un generador electromagnético cuyo funcionamiento es parecido al de un motor eléctrico. Pero en este caso se suministra movimiento y la dinamo proporciona corriente eléctrica. Cuando gira la bobina bajo la influencia de los imanes, se induce en ella una corriente eléctrica. En una bicicleta, por ejemplo, el giro de las ruedas arrastra a la bobina de la dinamo.*



CORRIENTE ALTERNA.

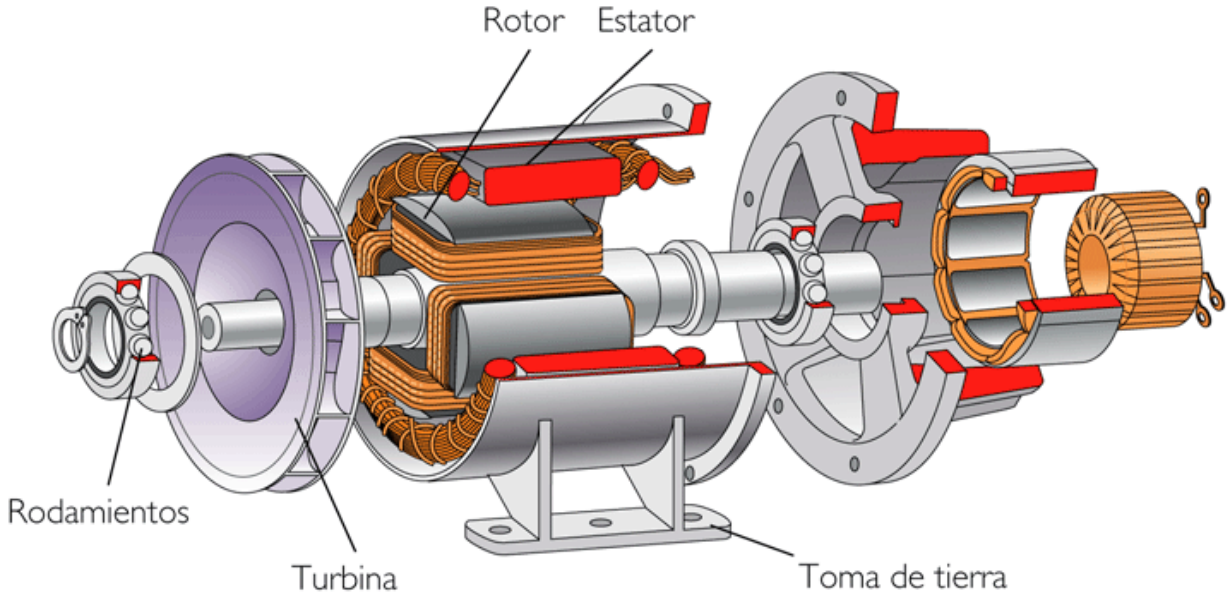
Se denomina **corriente alterna** (abreviada **CA** en español y **AC** en inglés) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.

En la corriente alterna, como su nombre indica, los electrones se mueven primero en un sentido y luego en el sentido contrario repitiendo este proceso de manera periódica. Este es el tipo de corriente que obtenemos en la red eléctrica de nuestras casas.



De forma genérica el dispositivo utilizado para la generación de corriente eléctrica continua es el **alternador**:

El **alternador** es una **máquina en el que el movimiento de una turbina hace girar una bobina conductora situada entre imanes. De esta forma se induce en los hilos conductores de la bobina una corriente eléctrica.** *Es el generador usado para producir electricidad a gran escala. El principio básico de producción de electricidad es el mismo en muchas centrales: mediante combustible, radiación solar, el viento, etc., se genera el movimiento de unos grandes imanes, lo cual produce la corriente eléctrica*



2. MAGNITUDES FUNDAMENTALES DE LA ELECTRICIDAD. LEY DE OHM.

DIFERENCIA DE POTENCIAL, POTENCIAL, TENSIÓN O VOLTAJE ELÉCTRICO.

Se define ***voltaje eléctrico, diferencia de potencial, potencial eléctrico o tensión eléctrica*** como *"la energía que llevan los electrones en su paso por el conductor".*

EJEMPLO RESUELTO: Siguiendo la asociación río-electricidad, el voltaje es la energía o velocidad que lleva el agua en su bajada por su cauce. Al igual que en la caída del río en la que el factor determinante es la gravedad, en el paso de la corriente eléctrica el factor importante es el voltaje. Los electrones se mueven de forma natural desde la zona de potencial más alto (polo negativo) al polo de potencial más bajo (polo positivo), al igual que el agua cae desde la zona de mayor energía potencial (mayor altura) a la zona de menor energía potencial (menor altura).

EJERCICIO 1: Razonar cómo los generadores eléctricos como las pilas o los alternadores producen un efecto análogo al de la bomba de agua que levanta el agua desde una altura a otra superior.

Esta magnitud eléctrica se mide en **Voltios (V)**.

El voltaje asociado a algunos generadores o elementos comunes es la siguiente:

- *Pila pequeña tipo PSP o Walkman: 1,5 V.*
- *Pila de petaca: 4,5 V (al estar formado por tres pilas pequeñas en serie)*
- *Corriente de tensión normal o doméstica: Varía desde los 140 V de los EEUU a los 220 V del resto de los países desarrollados.*

- *Corrientes de alta tensión: Pueden llegar a alcanzar cifras superiores a los 100000 V.*

El voltaje o potencial eléctrico nos dará una idea de la energía eléctrica que necesitan determinados elementos para poder desarrollar su función con la energía eléctrica.
Es decir:

- Si conectamos una bombilla de 220 V (usuales en las casas) a una pila de petaca (4,5 V) se puede comprobar de manera sencilla que la bombilla no realiza su función, es decir, NO se enciende. Esto es debido a que el voltaje o energía de los electrones que salen del generador no es lo suficientemente alta como para poder provocar el efecto deseado.
- Sin embargo, si conectamos mediante a un generador de 220 V (como el de casa) una bombilla de las pequeñas (1,5 a 2 V) se puede probar que tras encenderse la bombilla con una gran luminosidad ésta se acaba fundiendo. Esto es debido a que los electrones llevan tanta energía que no son capaces de controlarla los elementos posteriores y acaban por fundirse.

EJERCICIO RESUELTO: Analogía río (electricidad). Si en el río se tiene un determinado molino que es impulsado por el agua y las aspas de éste tienen mucho peso (mucho voltaje) el río necesitará mucha energía para poder moverlo (voltaje generador). Por tanto si el río baja despacio (poco potencial en la pila) no podrá mover el molino (encender la bombilla). Sin embargo si tenemos un río que baja con mucha potencia (potencial de la pila) y nuestro molino es muy frágil (potencial de la bombilla mucho menor) lo más probable es que esta energía de más acabe destrozando el molino (fundiendo la bombilla).

INTENSIDAD DE CORRIENTE.

*"Se define la **intensidad de corriente eléctrica (I)** como el flujo de electrones que atraviesan un conductor en un tiempo determinado".*

EJEMPLO: Asociando el concepto de electricidad al de un río la intensidad de corriente se puede definir como el caudal o cantidad de agua que pasa por el río en un tiempo determinado.

Esta magnitud se mide en ***amperios (A)*** siendo 1 amperio (la corriente generada por un televisor) equivalente al paso de $1.6.10^{-19}$ electrones en un segundo.

RESISTENCIA ELÉCTRICA.

*"Se define la **resistencia eléctrica R** de un elemento eléctrico como la oposición que presenta ese elemento al paso de la corriente"*

*Todos los elementos de un circuito eléctrico tienen una determinada resistencia eléctrica. Si ésta resistencia eléctrica es baja, es decir, si el elemento deja pasar la corriente eléctrica con facilidad, se trata de un material **conductor**. Según crece la resistencia crece la dificultad del paso de los electrones por el material y se acentúa el carácter **aislante** de un material.*

La resistencia eléctrica se mide en **Ohmios(Ω)**.

Es necesario considerar la transformación energética que se produce en un elemento eléctrico debido a la presencia de una resistencia a la electricidad. Se llama **efecto Joule** al *desprendimiento de calor cuando pasa la corriente a través de una resistencia. A mayor valor de la resistencia mayor valor del calor desprendido.*

EJERCICIO 2: ¿Es beneficioso o perjudicial que parte de la energía eléctrica se desprenda en forma de calor al pasar una corriente por una resistencia (efecto Joule)?

EJERCICIO 3: Comentar el funcionamiento de los siguientes elementos eléctricos y realizar supuestos sobre los materiales sobre los que se realiza:

a) Una estufa eléctrica.
b) Un mechero de resistencia eléctrica.
c) Una cocina eléctrica.

EJERCICIO 4: Si conectamos un circuito eléctrico potente a un trozo de madera vemos que la madera arde.

a) ¿A qué se debe este hecho?
b) Si sustituimos la madera por un trozo de hierro vemos que este efecto no ocurre, ¿a qué es debido este hecho?

POTENCIA ELÉCTRICA.

*"Se define **potencia eléctrica P** como la cantidad de energía eléctrica consumida por unidad de tiempo"*

La potencia eléctrica se mide en ***watios (W)***.
Su fórmula es la siguiente:

$$P = V . I$$

donde V es el voltaje aplicado e I la intensidad de corriente.
Cuanto mayor es la potencia a la que trabaja un elemento o un circuito mayor es el rendimiento que muestra. Es decir si se tiene una bombilla de 100 W y otra de 40 W, el brillo que produce la primera (siempre y cuando se le suministre la energía suficiente) siempre será mayor que el de la segunda.

EJERCICIO 5: Calcula la potencia de un equipo de música sabiendo que al conectarlo a 220 V lo recorre una intensidad de 0,11 A.

ENERGÍA ELÉCTRICA

*"La **energía** que se consume en un circuito eléctrico es la potencia que se gasta durante un tiempo determinado".*

*Su unidad en el SI (Sistema Internacional) son los **julios (J = W.s)**, pero en electricidad se usa mucho en vez de los J = W.s los kilowatios.hora (kWh).*

Su fórmula se corresponde:

$$E_{ELÉCTRICA} = P . t$$

donde P es la potencia y t el tiempo.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

I. ELEMENTOS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO.

Todos los circuitos eléctricos pueden poseer los siguientes elementos:

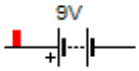
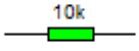
1) **Generador de corriente eléctrica**: Es el elemento encargado de crear el voltaje necesario (diferencia de potencial) para que los electrones se muevan por el circuito. NUNCA PUEDE HABER UN CIRCUITO ELÉCTRICO QUE NO TENGA UN GENERADOR DE CORRIENTE (este generador puede ser un pila, una batería o la corriente que existe en nuestras viviendas).
2) **Cable conductor:** Para que exista corriente eléctrica los electrones tienen que ir desde un polo del generador al otro (aunque sea falso CONVENCIONALMENTE se usa el criterio de sentido de la corriente desde el positivo al negativo). Para poder realizar este recorrido se usa un cable conductor que conecta ambos extremos. Aunque no sea exactamente cierto, se supone que la

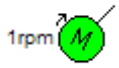
electricidad atraviesa el conductor con una resistencia nula por parte del cable (aunque, como sabemos, todos los materiales tienen una resistencia eléctrica).

3) **Elementos de maniobra:** Son elementos que permiten abrir o cerrar la corriente eléctrica, modificar su sentido o realizar cualquier acción sobre cómo se produce la circulación de la corriente. Los elementos más importantes de este tipo son los interruptores (permiten abrir o cerrar el circuito), los pulsadores (de igual función que los anteriores) y los conmutadores (permiten conectar circuitos independientes).
4) **Elementos que usen la energía eléctrica:** Estos elementos se encargan de usar la corriente eléctrica para realizar sus fines. Entre los más destacados están las bombillas o focos (transforman la energía eléctrica en luminosa), los motores eléctricos (transforman la energía eléctrica en energía mecánica o de movimiento), los timbres o zumbadores (eléctrica a sonora), etc.
5) **Elementos de medida de las magnitudes eléctricas:** Cuando se trabaja con circuitos eléctricos, dado el peligro mortal de este tipo de energía, es importante controlar los valores de las magnitudes fundamentales para comprobar que todo va según lo esperado. Para ello se pueden conectar al circuito elementos para medir el voltaje (voltímetro), la intensidad (amperímetro) y la resistencia (ohmnímetro). Actualmente existen aparatos que integran estas tres funcionalidades y que reciben el nombre del multímetros.

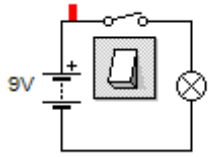
II. SIMBOLOGÍA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

Un circuito eléctrico es un concepto que debe ser universal, es decir, la forma gráfica de representarlo debe ser igual para un japonés, que para un húngaro que para un tanzano. Es decir, se ha creado un convenio de símbolos para los diferentes elementos que componen el circuito que debe ser cumplido de forma universal:

ELEMENTO	SÍMBOLO	COMENTARIO
Cable conductor		Cable que une los diferentes elementos que aparecen en el circuito
Generador o pila		Es el elemento encargado de generar la corriente eléctrica del circuito. Se considerará SIEMPRE que la corriente sale del polo positivo para entrar en el negativo.
Interruptor abierto		Cuando el interruptor está **abierto** NO circula la corriente.
Interruptor cerrado		Cuando está **cerrado** SÍ circula la corriente.
Resistencia		También puede representarse como una línea serrada.
Bombilla		Elemento que transforma la energía eléctrica en luminosa.

ELEMENTO	SÍMBOLO	COMENTARIO
Motor		Elemento que transforma la energía eléctrica en mecánica.
Amperímetro		Mide la corriente que pasa por ese punto. En el caso de la figura la unidad elegida son los microamperios (10^{-6} A).
Voltímetro		Mide el voltaje o diferencia de potencial de esa parte del circuito.

Por tanto, por ejemplo un circuito eléctrico sencillo compuesto por una pila, un interruptor y una lámpara se representaría:



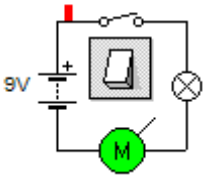
III. TIPOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS: EN SERIE Y EN PARALELO.

En electricidad existen dos tipos de circuitos que dependen del modo de conectarse entre sí los diferentes elementos que lo componen:

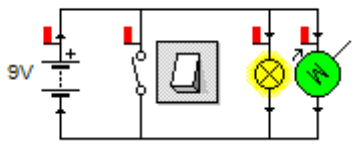
- *Un circuito está conectado en **serie** (o varios elementos de un circuito están conectados en serie) cuando se conecta el polo positivo de un elemento al negativo del siguiente y así sucesivamente. Es decir, en un circuito en serie los elementos están conectados uno a continuación del otro (en serie).*
- *Un circuito está conectado en **paralelo** cuando se conectan los polos de igual signo de ambos elementos. Es decir, los elementos no van uno a continuación de otro sino que siguen trayectorias paralelas.*

Las siguientes gráficas pueden ayudar a entender las diferencias:

Circuito en serie
de una pila, un interruptor
una bombilla y un motor.



Circuito en paralelo
de una pila, un interruptor
una bombilla y un motor.



☆CIRCUITOS EN SERIE

En los circuitos en serie se cumplen las siguientes características:

1) **VOLTAJE:** En un circuito en serie el voltaje suministrado por la pila se reparte entre los diferentes elementos que estén conectados en serie. El voltaje que recibe cada elemento será proporcional a la resistencia (ley de Ohm) y a mayor resistencia mayor valor del voltaje. El principal inconveniente de este tipo de reparto del voltaje es que si tuviésemos cinco bombillas conectadas en serie y no hubiese suficiente voltaje en la pila para repartir, algunas de las bombillas brillarán

con mayor intensidad y otras con menor. La fórmula que se cumple en este caso es:

$$V_{TOTAL,\ PILA} = V_{ELEMENTO\ 1} + V_{ELEMENTO\ 2} + V_{ELEMENTO\ 3} + \ldots\ldots\ldots + V_{ELEMENTO\ N}$$

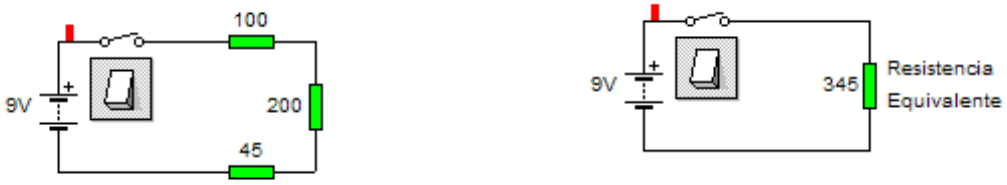
2) **INTENSIDAD:** Como sólo hay un camino para los electrones, la intensidad (el caudal del río) es IGUAL para todos los elementos del circuito. Es decir, en serie, la intensidad de corriente no varía en un circuito en serie.

$$I_{CIRCUITO} = I_{ELEMENTO\ 1} = I_{ELEMENTO\ 2} = I_{ELEMENTO\ 3} = \ldots\ldots = I_{ELEMENTO\ N}$$

3) RESISTENCIA: Cuando se tienen varios elementos en un circuito (con sus respectivas resistencias) y se desea calcular el valor de otras magnitudes mediante la ley de Ohm, puede ser conveniente convertir todas esas resistencias en una sola **equivalente** a todas ellas. En un circuito en serie la resistencia equivalente o total del circuito es la suma de cada una de las resistencias de cada elemento.

$$R_{TOTAL,\ EQUIVALENTE} = R_{ELEMENTO\ 1} + R_{ELEMENTO\ 2} + R_{ELEMENTO\ 3} + \ldots\ldots\ldots + R_{ELEMENTO\ N}$$

Veamos un ejemplo de un circuito de tres resistencias en serie y su circuito equivalente con una sola resistencia:



★CIRCUITOS EN PARALELO

En los circuitos en paralelo se cumplen las siguientes características:

1) VOLTAJE: En un circuito en paralelo el voltaje suministrado por la pila ES EL MISMO QUE RECIBEN CADA UNO DE LOS ELEMENTOS. El voltaje que recibe cada elemento será IGUAL al valor suministrado por la batería. A diferencia del caso anterior, si se conectan en paralelo 10 bombillas todas lucirán igual el único problema es que la pila se consume 10 veces más rápido.

$$V_{TOTAL,\ PILA} = V_{ELEMENTO\ 1} = V_{ELEMENTO\ 2} = V_{ELEMENTO\ 3} = \ldots\ldots\ldots + V_{ELEMENTO\ N}$$

2) **INTENSIDAD:** Ahora hay varias ramas para la corriente por tanto la intensidad se reparte entre las ramas. Si de un punto salen dos ramas, la intensidad que entra tiene que ser igual a la suma de las intensidades de cada rama. Si en una rama hay una resistencia muy alta y en otra una resistencia muy baja, la de la resistencia muy baja recibirá la mayor parte de la intensidad mientras que la de la resistencia alta apenas recibirá.

$$I_{CIRCUITO} = I_{RAMA1} + I_{RAMA2} + I_{RAMA3} + \ldots\ldots + I_{RAMA\ N}$$

3) **RESISTENCIA:** Cuando se tienen varios elementos en un circuito (con sus respectivas resistencias) y se desea calcular el valor de otras magnitudes mediante la ley de Ohm, puede ser conveniente convertir todas esas resistencias en una sola **equivalente** a todas ellas. En un circuito en serie la resistencia equivalente o total del circuito es la suma de cada una de las resistencias de cada elemento.

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots + \frac{1}{R_n}}$$

Veamos un ejemplo de un circuito de tres resistencias en paralelo y su circuito equivalente con una sola resistencia:

***OJO:** A la hora de elegir un tipo de circuito u otro debe ser tenida en cuenta la siguiente circunstancia. Si conectamos los elementos de un circuito en serie y uno se estropea, el resto deja de funcionar, sin embargo, si conectamos los elementos en paralelo y uno no funciona el resto puede seguir funcionando con independencia de éstos. El único inconveniente de la conexión en paralelo es que la batería consume mucho más que en serie (ya que tiene que suministrar igual voltaje para todos los elementos).*

EJERCICIO 6: Diseña los siguientes circuitos que se exponen a continuación:

a) Circuito en serie de dos bombillas y un motor.
b) Circuito en paralelo de tres motores y una bombilla.
c) Circuito en paralelo de una bombilla y un motor y otra bombilla conectadas en serie.
d) Circuito de dos bombillas y un motor de modo que si se rompe alguno de los elementos el otro sigue funcionando.
e) Circuito de dos bombillas y un motor de modo que si se rompe el motor las dos bombillas siguen funcionando, pero si se rompe una de las bombillas el motor sigue funcionando pero la otra bombilla no.

EJERCICIO 7: ¿Cuál sería el método más adecuado para conectar en un coche los dos faros y el motor a la batería del coche? Justifica tu respuesta y diseña el dibujo asociado.

EJERCICIO 8: Se tienen dos bombillas de resistencias internas de 20 y 60 Ω conectadas en serie a un generador como el que se tiene en nuestras viviendas (220 V). Halla:

a) Esquema eléctrico del circuito.
b) Resistencia equivalente del circuito.
c) Intensidad de corriente que lo recorre.
d) Potencia total del circuito.
e) Potencia de cada uno de los elementos.
f) ¿Qué bombilla brillará más?

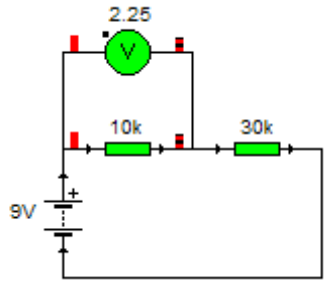
EJERCICIO 9: Se tienen dos bombillas de 15 y 45 Ω conectadas en paralelo a una batería de un móvil (9 V). Halla:

a) Esquema eléctrico del circuito.
b) Resistencia equivalente.
c) Intensidad que recorre cada una de las bombillas.
d) Intensidad que recorre el circuito total.
e) Potencia total del circuito.
f) Potencia de cada bombilla.
g) ¿Cuál brillará más?

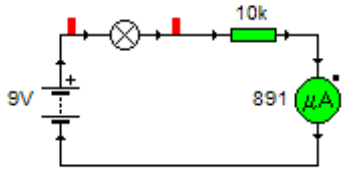
EJERCICIO 10: Se desea hacer un montaje ilegal para poder conectar la televisión de casa conectando los cables a los postes de la luz de la calle. El problema radica en que el voltaje de los postes es de 20000 V y la televisión sólo funciona cuándo recibe 220 V. Si la resistencia interna de la televisión es de 100000 ohmios, ¿qué tipo de montaje eléctrico elegirías para solucionar el problema? Justifica tu respuesta.

IV.MEDIDAS EXPERIMENTALES EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS: USO DEL VOLTÍMETRO Y/O AMPERÍMETRO.

Vdc => V= Voltaje de corriente directa (DC) >y corriente continua (CC).*Para medir el voltaje de un circuito (o un elemento del circuito) se usan los voltímetros. Los voltímetros deben conectarse EN PARALELO con el elemento del que se quiera medir su diferencia de potencial.*



Miliamperímetro y amperímetro => mA / A: *Para medir la intensidad de corriente de un circuito se usan los amperímetros. Los amperímetros deben conectarse EN SERIE con la rama de la que se quiera medir su intensidad.*



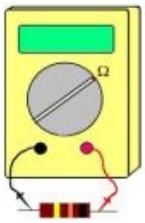
Óhmetro: *Para medir la resistencia de un elemento de un circuito se conecta los extremos de este elemento al ohmnímetro. SIEMPRE DEBE HACERSE CON EL ELEMENTO DESCONECTADO DEL CIRCUITO.*

Precaución: 20 milésimas de amperio (0,02A=20mA) son suficientes para causar la muerte de una persona cuando la corriente eléctrica circula a través del músculo cardíaco. Lo que mas nos puede dañar es la intensidad de una corriente eléctrica (o sea el amperaje) independientemente del valor de su diferencia de potencial (el voltaje), una descarga de alto voltaje puede producirnos fuertes contracciones musculares y quemaduras sin llegar a ser mortal, pero una pequeña cantidad de mili-amperios circulando a través de nuestros nervios y corazón puede matar en fracciones de segundo. Es tan cierto y conocido este efecto de la energía eléctrica que se fabricaron instrumentos de ejecución tristemente célebres: las sillas eléctricas.

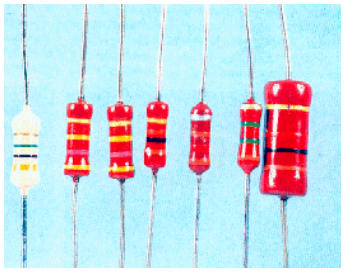
ANEXO 1: MEDIDA DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS

*"Una **resistencia** es un elemento que se intercala en un circuito para dificultar el paso de la corriente o para hacer que ésta se transforme en calor"*

Como conocemos, la *ley de Ohm* permite relacionar la resistencia, con la intensidad de corriente y el voltaje asociado. También permite controlando el valor de la resistencia se puede controlar la intensidad de corriente que recorre un circuito o el voltaje aplicado a un elemento.
Para medir la resistencia de un elemento se debe colocar el ***multímetro*** (*aparato de medida con el que se pueden medir resistencias, voltajes e intensidades)* con el elemento que se desee medir SIEMPRE DESCONECTADO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.



Para medir resistencias se debe conectar el multímetro con la opción de ohmios y se debe conectar de la manera que se muestra, SIEMPRE DESCONECTANDO el elemento del circuito eléctrico.



Aunque esto te suene extraño estás acostumbrado en tu vida real a manejar potenciómetros. La rueda o ruleta que controla el volumen de tu equipo de música es un potenciómetro, las ruedas de la calefacción eléctrica, etc...

CÓDIGO DE COLORES	COLOR	1ER COLOR 1ª CIFRA	2º COLOR 2ª CIFRA	3ER COLOR FACTOR MULTIPLICADOR	4ª COLOR TOLERANCIA
Negro		0	0	x 1	
Marrón		1	1	x 10	1 %
Rojo		2	2	x 10^2	2%
Naranja		3	3	x 10^3	
Amarillo		4	4	x 10^4	
Verde		5	5	x 10^5	
Azul		6	6	x 10^6	
Violeta		7	7	x 10^7	
Gris		8	8	x 10^8	
Blanco		9	9		
Oro					5 %
Plata					10 %

EJERCICIO 11: Determina el valor en ohmios de las siguientes resistencias de los siguientes colores:

a) rojo-naranja-amarillo-oro *b) naranja-gris-verde-oro* *b) naranja-naranja-marrón-oro*

d) marrón–negro–verde–marrón *e) marrón-negro-naranja-plata* *f) naranja-naranja-naranja-oro*

EJERCICIO 12: ¿Cuáles son los colores de las franjas de las siguientes resistencias si su tolerancia es del 5 %?

a) 120 Ω *b) 470 Ω* *c) 820 Ω*

d) 1 kΩ *e) 1,8 MΩ* *f) 8,2 MΩ*