

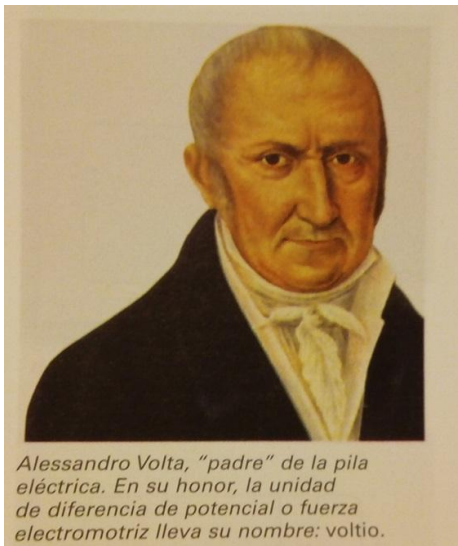


Unidad 3

La energía eléctrica

Electricidad

Hay registros según los cuales desde la antigüedad las personas observaron fenómenos relacionados con la electricidad, como los rayos y los relámpagos. En la antigüedad, lo que se desconocía pasaba a ser “mensajes de los dioses” y las explicaciones eran mágicas. Recién en 1800 Alessandro Volta concibió la pila voltaica, que permitió disponer de una fuente práctica de energía.



Alessandro Volta, “padre” de la pila eléctrica. En su honor, la unidad de diferencia de potencial o fuerza electromotriz lleva su nombre: voltio.

Durante el tiempo y el desconocimiento que había, a pesar de ya utilizar la electricidad o haberla poder obtenido, se le seguían atribuyéndole propiedades mágicas. Se la consideraba un elixir moderno o remedio milagroso. Surgieron así varios procedimientos novedosos de aplicación medicinal.

La palabra “Electricidad” proviene de “electrón”, del latín *electrum* que a su vez deriva de la palabra griega que significa “ambar”.

Hace 2500 años, el filósofo y matemático Tales de Mileto (639-547 a.C.) notó que cuando frotaba con piel de oveja un trozo de ambar, este atraía plumas, hilos y pequeñas



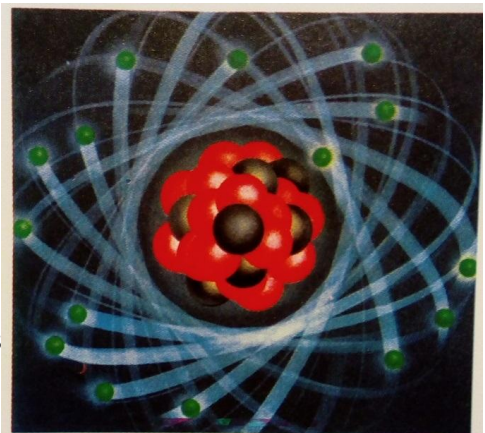
Atracción de cuerpos cargados con cargas de signos opuestos.

partículas.

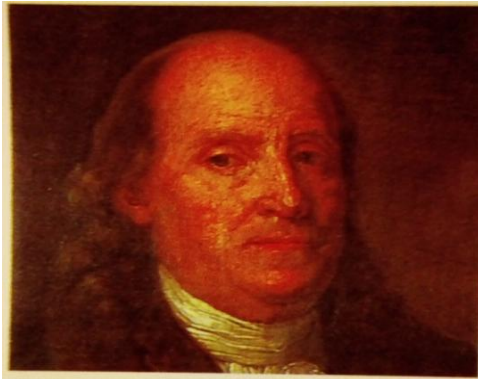
Mucho más tarde el francés Charles du Fay (1698-1739) propuso la existencia de dos tipos de electricidad, del tipo “resinoso” propio del ambar, y “vítreo” propio del vidrio. Esto permitió diferenciar dos familias de materiales. Cuando se enfrentaban dos materiales del mismo tipo estos se rechazaban y cuando se enfrentaban dos materiales de tipos distintos estos se atraían.

Hoy, sabemos que la materia está formada por átomos, constituidos por protones, neutrones y electrones. Solo los protones y electrones tienen carga eléctrica. Los átomos tienen carga neutra lo que significa que tienen igual número de electrones y de protones.

Los fenómenos eléctricos se manifiestan cuando se altera el equilibrio eléctrico de la materia. En ellos siempre participan los electrones porque son los elementos que se encuentran “libres” dentro del átomo. Para entender esto, en el caso del descubrimiento de *du Fay*, al frotar un vidrio con una tela, el vidrio tiende a perder electrones cargando al mismo positivamente. En el caso del ambar tiende a ganarlos.



Modelo de átomo: el núcleo, integrado por protones y neutrones, se halla rodeado por electrones.



Benjamin Franklin desarrolló la teoría de los fluidos eléctricos.

Fue Benjamín Franklin (1706-1790) quien identificó por primera vez las cargas eléctricas colocándoles signo positivo (las vítreas) y negativo (resinosas) (negativo a los electrones) en forma arbitraria y esa convención se mantiene hasta el día de hoy.

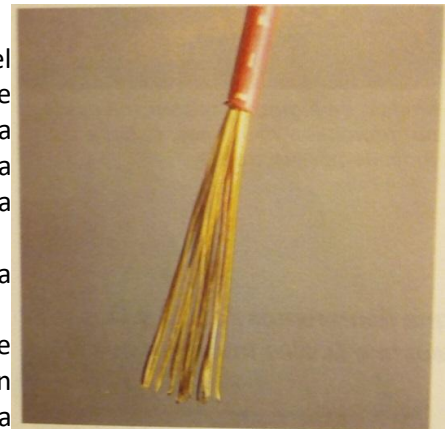
Volviendo al ejemplo de la tela y el vidrio, si luego colocamos un cable (alambre metálico) que una nuevamente la tela y el vidrio, las cargas se van a reorganizar. Este pasaje de cargas que se hace a través del alambre es el que llamamos corriente eléctrica. Si en lugar del cable se hubiera puesto un hilo de algodón las cargas no se hubieran reorganizado porque los electrones no pueden viajar por un hilo de ese material, ya que las cargas eléctricas en ellos están inmóviles, fijas. A los materiales que permiten el paso de electrones se los llama conductores eléctricos. Cabe destacar que en realidad todos los materiales poseen la capacidad de conducir la electricidad, solo que algunos la libertad de electrones para transmitirla es tan baja que en la práctica tienen un comportamiento dieléctrico.

Conductores eléctricos (oro, plata, cobre, aluminio y estanio). Por el contrario, los que no permiten la circulación de corriente eléctrica se llaman dieléctrico o aislantes eléctricos (goma, porcelana, madera y la mayoría de los plásticos). En la mayoría de los metales conducen la electricidad y esta conductividad disminuye al aumentar la temperatura.

En la mayoría de los metales conducen la electricidad y esta conductividad disminuye al aumentar la temperatura.

La diferencia esencial está en los electrones libres de la última capa de los átomos. En esa capa exterior, los electrones libres o de conducción de un conductor están tan débilmente ligados que la acción de una fuerza exterior puede hacer que se desplacen por el interior de esos materiales.

En los líquidos los portadores de las cargas pueden ser tanto electrones como iones.



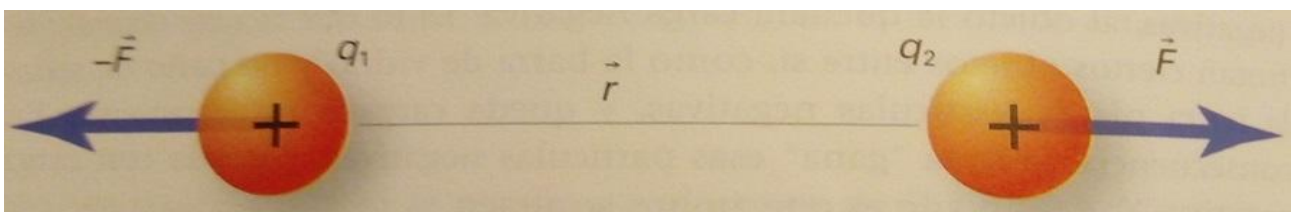
Alambre de cobre: material de uso habitual como conductor eléctrico en circuitos.

Las fuerzas eléctricas

Como sabemos la fuerza de atracción gravitatoria depende directamente de la masa de cada uno de los cuerpos e inversamente del cuadrado de la distancia que los separa.

De manera análoga, Charles Coulomb (1736-1806) descubrió en 1785 que la fuerza eléctrica, de atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados, depende de la carga eléctrica de cada uno de ellos e inversamente del cuadrado de la distancia que los separa.

Ley de Coulomb
$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$





Donde k es una constante o factor de proporcionalidad que depende solamente de las unidades, q_1 y q_2 son cargas eléctricas de los dos cuerpos (mismo signo se repelen, signos distintos se atraen) r es la distancia que las separa y F es la fuerza resultante.,

Donde k es una constante o factor de proporcionalidad que depende solamente de las unidades, q_1 y q_2 son cargas eléctricas de los dos cuerpos (mismo signo se repelen, signos distintos se atraen) r es la distancia que las separa y F es la fuerza resultante.,

$$k = 8,99 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \text{ (Para los cálculos utilizaremos } 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2\text{)}$$

En el Sistema Internacional de Unidades (también en el SIMELA), la fuerza se mide en **Newton (N)**, la distancia en **metros (m)** y la carga eléctrica en **Coulombs (C)**.

Circuitos eléctricos

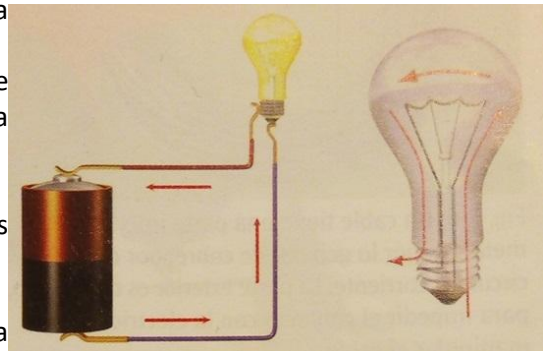
Las partículas cargadas y en movimiento constituyen la corriente eléctrica, que se miden simplemente por el número de cargas que se transportan por unidad de tiempo. Esa medida es la intensidad de corriente eléctrica (I).

Para que la electricidad circule debe formar parte de una construcción que llamaremos circuito eléctrico.

Un circuito es un recorrido continuo y cuando cualquier parte del circuito se interrumpe deja de circular corriente eléctrica en el mismo.

En todos los circuitos eléctricos observamos los siguientes elementos:

- **Generador o fuente:** es el que genera o produce la electricidad. También se los llama fuentes de voltaje o tensión. Los más comunes para nosotros son la línea doméstica (que provee el cableado y los enchufes de una casa) y las pilas o baterías.
- **Cables y conectores:** son los materiales que permiten el paso de la electricidad y comunica o arma el circuito. El más común es el cable de cobre.
- **Elemento de control:** también llamado llave o interruptor, que es el que permite controlar el paso de la electricidad en nuestro circuito.
- **Receptor:** es el artefacto o dispositivo eléctrico que queremos hacer funcionar, en el transforma la electricidad en algún otro tipo de energía. (Lampara, radio, etc).



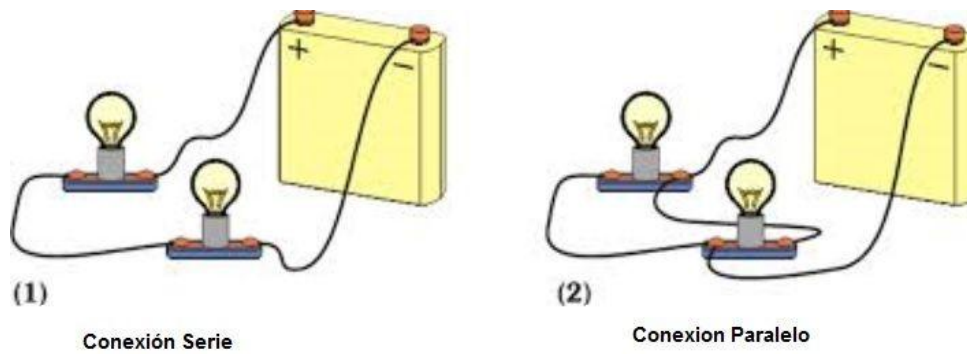
Los circuitos pueden ser más complejos y pueden tener varias fuentes como a su vez varios receptores los mismos pueden estar colocados de dos formas principales, que llamaremos "serie" o "paralelo".

Diremos que las resistencias están en serie cuando los receptores se encuentran en una única vía de circulación de la corriente eléctrica que las atraviesa. Es decir, la corriente eléctrica que pasa por una resistencia y otra es la misma. En dicho circuito, la tensión de la fuente se divide en dos partes, de modo que la suma de las tensiones sobre cada resistencia es igual a la tensión provista por la fuente. Por esta



razón, si el circuito tiene lámparas, estas se encienden con menor intensidad que si se conectaran solas. Si en este tipo de circuitos se retira una de las lámparas, la otra también se apaga porque de esa manera se interrumpe el circuito.

En dicho circuito, la tensión de la fuente se divide en dos partes, de modo que la suma de las tensiones sobre cada resistencia es igual a la tensión provista por la fuente. Por esta razón, si el circuito tiene lámparas, estas se encienden con menor intensidad que si se conectaran solas. Si en este tipo de circuitos se retira una de las lámparas, la otra también se apaga porque de esa manera se interrumpe el circuito.



www.areatecnologia.com

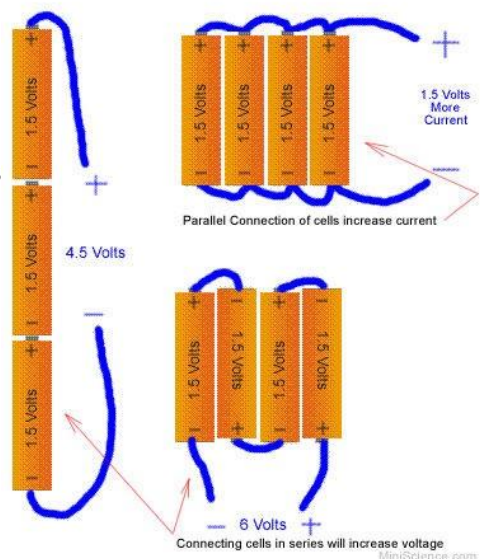
En cambio diremos que dos resistencias están en paralelo cuando tienen terminales (nodos) comunes. La corriente eléctrica que llega al nodo en un extremo del conjunto se divide en dos corrientes, cada una de las cuales atraviesa una resistencia, para volver a juntarse en el nodo del otro extremo. En este tipo de circuitos, la resistencia se encuentra bajo la totalidad de la tensión de la fuente. Si las resistencias fueran lámparas cada una se encendería con la misma intensidad que si estuviera conectada sola. Otra diferencia con el circuito en serie es que si se quita una de las lámparas en el circuito paralelo, las demás quedarán encendidas porque sus circuitos propios no se interrumpen.

Se aplica la misma idea cuando hablamos de más de 2 resistencias.

Una combinación de asociación de resistencias en serie y en paralelo es llamada conexión mixta. En este caso la resistencia equivalente se debe calcular combinando las anteriores según el circuito.

Entre las fuentes que pueden proveer energía a los circuitos eléctricos están las que la tienen almacenada como energía química: las Baterías y las Pilas. Todas tienen 2 terminales o bornes identificados con los signos negativo (-) y positivo (+). Los electrones (de carga negativa) que forman la corriente salen del borne (-) hacia el (+). La capacidad de mover electrones se llama tensión o “voltaje” y se mide en volt (V) en homenaje a Alessandro Volta.

Todas las pilas comunes (AA, AAA, C y D) entregan la misma tensión (1,5 V) independientemente de su tamaño y solo difieren en la capacidad de entregar energía. Esto quiere decir que si alimentamos una lamparita con una pila AA o con una pila D, la intensidad de luz será la misma pues la tensión de la pila no ha





cambiado sin embargo el tiempo en que la lámpara esté encendida será mayor en el caso de la pila D (que es más grande que la pila AA).

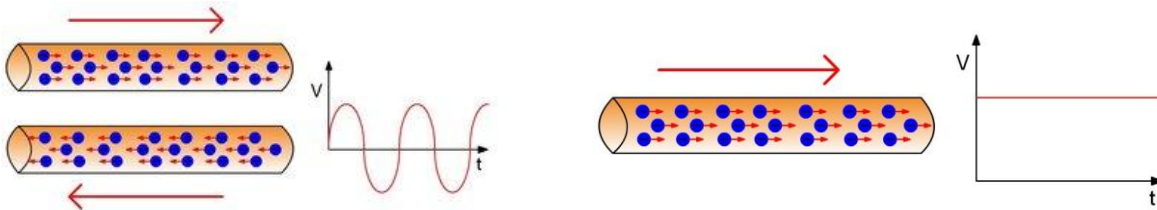
Las pilas más usadas hoy son las alcalinas, que contienen entre un 50% un 100% más de energía. En idénticas condiciones de descarga, la vida útil de la pila alcalina es 7 veces superior que las pilas secas.

Cuando se conectan fuentes en serie, la tensión es igual a la suma de las tensiones de cada fuente. Entonces dos pilas comunes aportarán 3 V, 3 pilas 4,5 V y 4 pilas 6 V.

Sentido convencional de la corriente.

La convención para asignarle un sentido de circulación a la corriente eléctrica se adoptó antes de que se descubriera la existencia de los electrones, cuando se creía que en un conductor metálico la corriente se debía a la circulación de las cargas positivas. Al día de hoy se mantiene como sentido convencional de la corriente eléctrica al sentido de las cargas positivas (contrario al del movimiento de los electrones). Cabe aclarar que en algunos conductores no metálicos se desplazan las cargas positivas y, en otros casos, se mueven simultáneamente los dos tipos de cargas.

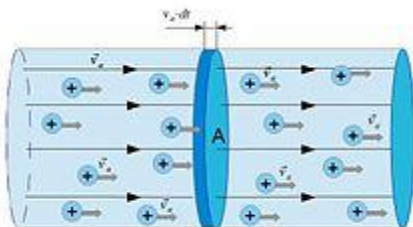
Según si el sentido de la corriente cambia o no a lo largo del tiempo, la corriente eléctrica pueda ser de dos tipos: continúa (DC), también llamada directa, y alterna (AC). La DC es la que suministran las pilas o baterías, en cambio la corriente de red que llega a los hogares es AC.



Flujo de cargas y ley de Ohm.

Para que las cargas fluyan por un conductor es necesario que exista una diferencia de potencial eléctrico o tensión entre los dos extremos del conductor. Si la tensión desaparece, las cargas dejarán de desplazarse.

Para que los electrones se puedan movilizar de un átomo a otro hay que suministrarle energía eléctrica mediante algún dispositivo capaz de generar la diferencia de potencial deseada. Cuando se usan pilas, el flujo de cargas es constante y la capacidad de mover cargas a través del conductor se mantiene hasta que se agote la vida útil de la pila.



La intensidad de la corriente según el Sistema Internacional es el amperio (A), en homenaje al físico francés André-Marie Ampere (1775-1836). En un circuito circula una corriente de 1 A cuando, en cada segundo, la carga que se desplaza es de 1 C.

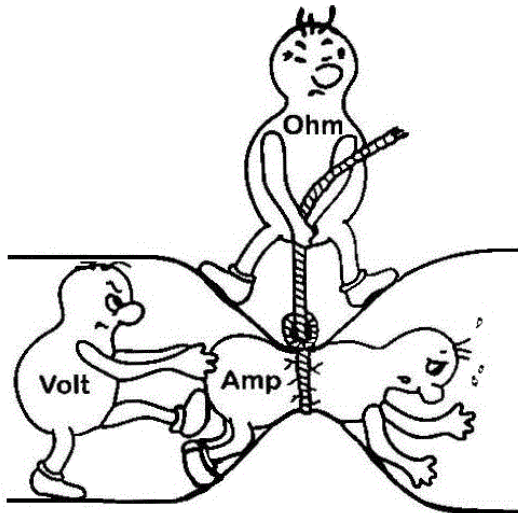
$$I = \Delta q / \Delta t$$

$$[I] = [q] / [t] = C / s = A$$

En todo circuito existen 3 magnitudes relacionadas entre sí que lo caracterizan: la diferencia de potencial, la intensidad de corriente y la resistencia eléctrica del circuito.



La diferencia de potencial (también llamada fuerza electromotriz – fem- o voltaje) entre dos puntos es igual al trabajo que realiza la unidad de carga positiva para moverse desde un punto al otro, y en el sistema Internacional de unidades se mide en voltios (V).



Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá una corriente eléctrica entre ellos. Parte de la carga acumulada en el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al de menor potencial y, si no hay ningún generador externo, esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico. Este traslado de cargas es, en efecto, la corriente eléctrica.

Todos los conductores, como los aislantes suelen ofrecer cierta oposición o resistencia a la circulación de una corriente eléctrica, limitándola. La unidad empleada para medir la resistencia es el ohmio (Ω) (en honor a George Simon Ohm 1789-1854), que se define como la resistencia que limita la corriente cuya intensidad de corriente es de un amperio en un circuito con una fem de un voltio.

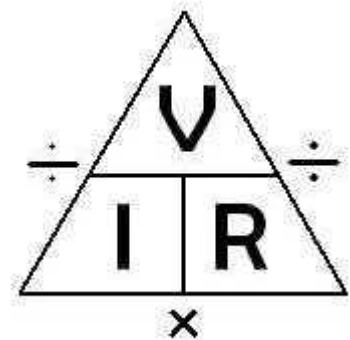
Ohm notó que, a medida que modificaba la tensión en un circuito, obtenía nuevos valores de intensidad. Se de cada una de la situaciones efectuaba el cociente entre ambos, obtenía cierto valor constante. A ese valor lo denominó resistencia. La expresión matemática de la relación es: $V/I = R$

Donde V es la tensión o voltaje, I es la intensidad de corriente y R es la resistencia. A esta expresión se la conoce como Ley de Ohm. Ohm notó también que el valor de la resistencia dependía del conductor que usara en el circuito. Así dedujo que esta (la resistencia) podría interpretarse como la oposición que manifiesta un cuerpo al pasaje de corriente eléctrica.

Cuando la tensión aplicada es de 1 V y esa tensión produce una circulación de corriente de 1 A, entonces la resistencia del circuito es de 1 ohm. La ley de Ohm relaciona la diferencia de potencial, la intensidad de corriente y la resistencia en un “conductor ideal”. *En todo conductor ideal, la diferencia de potencial entre dos puntos es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula entre esos puntos y la constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica.*

$$V = I \cdot R \quad - \quad I = V / R \quad - \quad R = V / I$$

En la actualidad se sabe que hay varios casos en los que esta ley no se cumple. Los diodos “violan” la ley de Ohm cuando la tensión del circuito es baja.



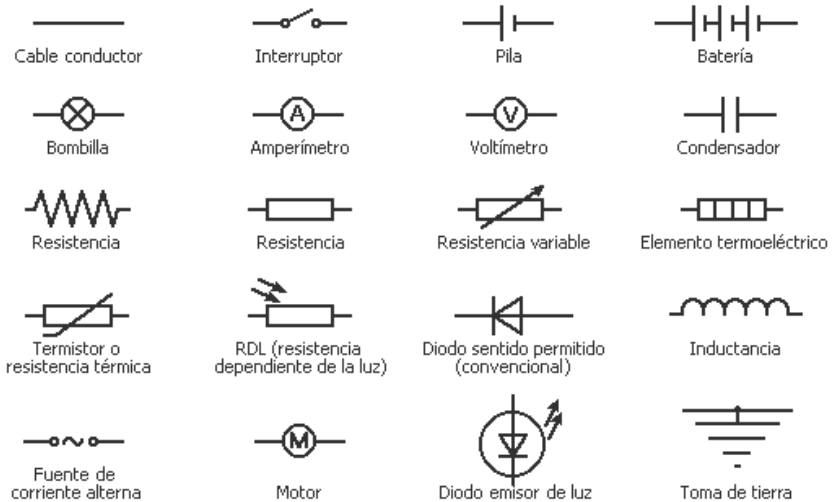
Conociendo la ley de Ohm podemos afirmar que:

- Dos resistencias están en serie cuando, al aplicarse una diferencial de potencia al conjunto de ambas, la intensidad de corriente que circula por ellas es la misma.
- Dos resistencias están en paralelo cuando, al aplicar una diferencia de potencial al conjunto de ambas, la diferencia de potencial entre los terminales de cada una de ellas es la misma.



Llamaremos resistencia equivalente a una única resistencia cuyo comportamiento es equivalente al conjunto de resistencias del circuito por las cuales se reemplaza.

Algunas de las representaciones más comunes en los planos de circuitos eléctricos son:



Pilas y baterías

Ya vimos que el roce de objetos es un método para separar eléctricamente partículas positivas de las negativas. Existen máquinas de separación de cargas que utilizamos habitualmente y son las pilas y baterías.

Una batería es un mecanismo químico que suministra cargas positivas a uno de sus terminales y cargas negativas al otro terminal, venciendo la fuerza de atracción eléctrica que tendería a juntar estas cargas. Se trata de un generador elemental, al igual que la pila eléctrica.

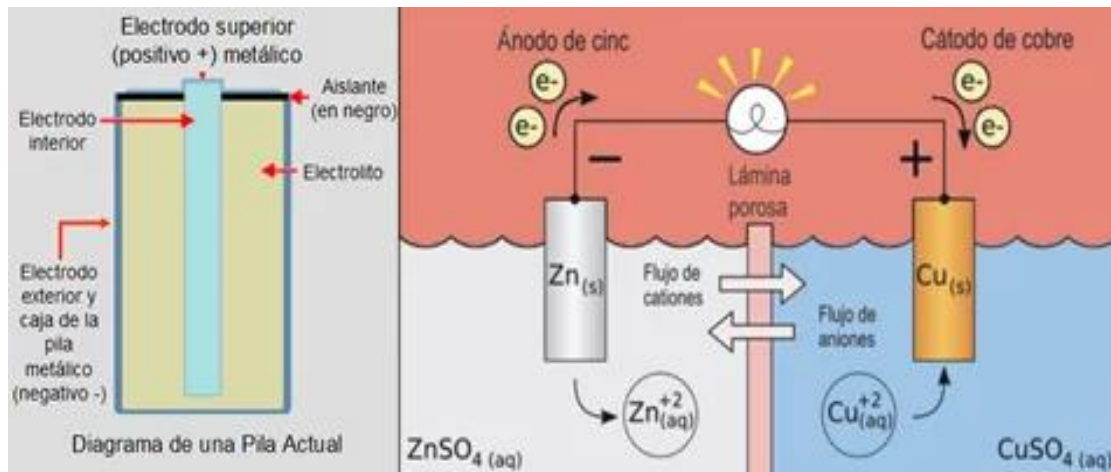
Tanto la pila como la batería son dispositivos equivalentes, es decir, poseen el mismo principio químico de funcionamiento. En nuestro país suele llamarse batería al dispositivo que puede recargarse mientras que se reserva el nombre pila al que no se recarga.

Ambos dispositivos consisten fundamentalmente en dos piezas de metales diferentes introducidas en un líquido conductor de la electricidad o “electrolito”. Están diseñadas de tal modo que la reacción química que se produce en su interior cuando se cierra el circuito genera una diferencia de potencial en los electrodos, que permite suministrar corriente eléctrica a un elemento externo. La corriente viaja a lo largo del circuito desde el polo positivo hasta el negativo, mientras que dentro de la pila o batería, la corriente circula desde el polo negativo hasta el positivo. La diferencia de potencial sobre la pila tiene signo opuesto al de la diferencia sobre el resto de los elementos del circuito.



La primera pila fue mostrada al mundo por Alessandro Volta en 1800. La pila propuesta por Volta consistía en una serie de pares de discos apilados de cinc y cobre, separados unos de otros por trozos de cartón o de fieltro impregnados en agua con sal.

Posteriormente, una vez establecido el voltio, pudo saberse que cada uno de estos elementos entregaba 0,75 V, aproximadamente, pudiendo incrementar a voluntad la tensión generada incrementando en serie la cantidad de discos a ser colocados.



Como vimos, tanto las baterías como las pilas son similares, pero en el siglo XIX se llamaba batería a una fuente de tensión que se podía recargar y pila a la que no se le podía realizar una recarga. Hoy se reserva el término “batería” para fuentes que están compuestas por varias pilas. Un ejemplo es una batería de 9 V que consta de seis elementos de 1,5 V.

En los relojes, computadoras, cámaras fotográficas y audífonos se emplea la pila de mercurio (1,35 V), la de plata (1,55 V), la de Litio (3,5 V) y la de plomo (2V). La batería usada en los automóviles posee seis células de plomo y una tensión total de 12 V.

La energía y la potencia eléctrica

El calentamiento de los conductores por el paso de la corriente eléctrica fue uno de los primeros efectos observados por los físicos que estudiaban los fenómenos eléctricos.

Sin embargo pasó mucho tiempo antes de que pudieran encontrarse la magnitud de este efecto, y, sobre todo, los factores de los que depende. Fue James Prescott Joule (1818 – 1889) quien encontró hacia 1840 la ley que rige la producción de calor producida por una corriente eléctrica que circula a través de un conductor.

Para desplazar una carga eléctrica q entre dos puntos que tienen una diferencia de potencial V es necesario realizar un trabajo eléctrico, o consumir una cierta energía. De aquí surge que:

$$E = q \cdot V$$

Como sabemos, $I = \Delta q / \Delta t$ por lo que despejando y reemplazando en nuestra ecuación tenemos que $q = I \cdot t$ y que la potencia es la energía entregada durante un determinado período de tiempo, por lo que la **potencia eléctrica (P)** puede expresarse como:

$$P = E / t = q / t \cdot V = I \cdot V$$

Esta ecuación se conoce como ley de Joule y permite calcular la potencia disipada en forma de calor en un conductor a partir de los valores conocidos de intensidad de corriente y diferencia de potencial.

Uniendo Efecto Joule y Ley de Ohm podemos expresar también que: $P = I \cdot V = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$

Si la corriente se expresa en amper y la diferencia de potencial en voltios, la potencia resulta en watts (W) (si la tensión del circuito es de 1V y la intensidad de corriente es de 1 A, la potencia es de 1 W)



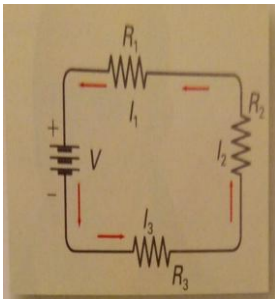
Ley de Kirchoff

De la ley de Ohm se desprenden otras dos, la ley de nodos y la ley de malla, establecida por Gustav Kirchoff (1824-1887).

Ley de nodos: la suma de las corrientes que llegan a un nodo (o punto de unión) es igual a la suma de las corrientes que salen del nodo.

Ley de mallas: la suma de las diferencias de potencial a lo largo de un circuito cerrado es igual a cero

Resolución de circuitos



De la siguiente gráfica podemos observar 3 resistencias en serie. La intensidad de corriente que circula por las tres es la misma: $I = I_1 = I_2 = I_3$

Por la ley de Ohm la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia es:

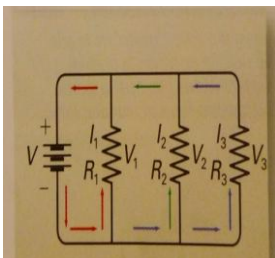
$$V_1 = I_1 \cdot R_1 \quad - \quad V_2 = I_2 \cdot R_2 \quad - \quad V_3 = I_3 \cdot R_3$$

Utilizando la ley de mallas, podemos afirmar que: $V_1 + V_2 + V_3 - V = 0$ esto quiere decir que $V = V_1 + V_2 + V_3$

Reemplazando las V_n por lo que la ley de Ohm nos dijo, sabemos que:

$$V = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3) = I \cdot R_{eq}$$

Así descubrimos el significado del valor de la Resistencia equivalente ($R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$)



Considerando ahora un circuito en paralelo, sabemos que las tres resistencias tienen entre sus extremos la misma diferencia de potencial. La intensidad de corriente que circula desde la batería se repartirá entre cada una de ellas de acuerdo con la ley de nodos antes anunciada.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = V / R_1 + V / R_2 + V / R_3 = V \cdot (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3) = I / R_{eq}$$

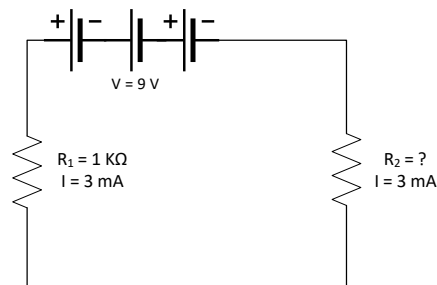
Donde I_1, I_2 e I_3 son las Corrientes que circulan por las resistencias R_1, R_2 y R_3

“La inversa de la resistencia equivalente en un circuito en paralelo es la suma de las inversas de las resistencias”

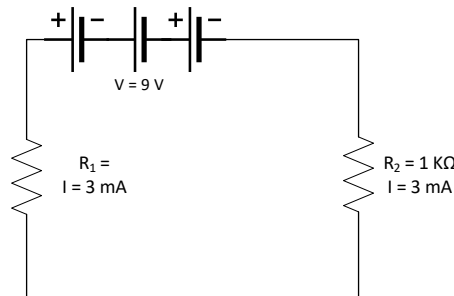


Ejercitación

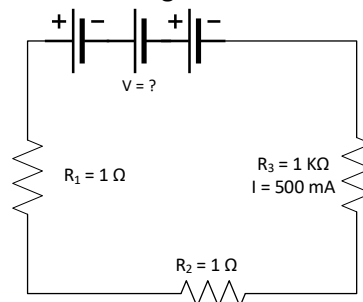
- 1) Se tiene un grupo de 4 cuerpos, que llamaremos A, B, C y D. Sabemos que A repele a B, y al mismo tiempo A atrae a C. Pero C repele a D. Nos informan que D está cargado positivamente. ¿Cómo están cargados A, B y C?
- 2) ¿Cuándo se instaló el tendido eléctrico de alumbrado en Mar del Plata?
- 3) ¿Cómo están conectadas las luces en una guirnalda para el arbolito de navidad? ¿Y como están conectados los artefactos eléctricos en las casas de cada uno de nosotros? ¿Son en serie, son en paralelo, hay diferencias entre la guirnalda y la red eléctrica de una casa?
- 4) Se ha electrificado una barra de plástico al frotarla con lana.
 - a. ¿Se habrá cargado también la lana?
 - b. ¿Cómo se comprueba?
- 5) Calcular el valor de la resistencia total del circuito.



- 6) Encontrar la diferencia de potencial en la R2 del diagrama de un circuito eléctrico.



- 7) Determina cual es el voltaje de la fuente del diagrama del circuito de la figura.

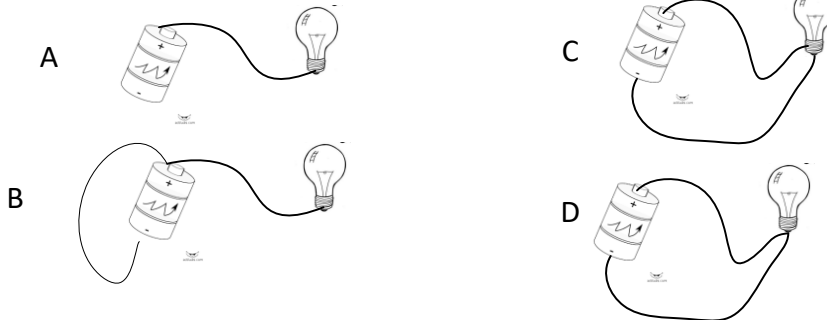


- 8) Encuentra la resistencia equivalente de los ejercicios 5, 6 y 7.
- 9) ¿Por qué es necesario que las computadoras personales tengan ventiladores en su interior?



10) En el armado de un circuito, la resistencia ocupa el lugar de los elementos que utilizamos, es decir, en un circuito la resistencia sería una lámpara, en otro circuito la resistencia es un motor eléctrico y en un tercer circuito hay una radio. ¿En qué formas de energía se transforma la energía eléctrica en que cada uno de estos tres dispositivos mencionados?

11) ¿Cuál de las siguientes conexiones hará que el foco se encienda?



12) Una lámpara convierte 9.000 J de energía eléctrica en luz y calor cuando permanece conectada a una batería de 10V durante media hora. ¿Qué intensidad de corriente atraviesa la lámpara?

13) Las siguientes afirmaciones están desordenadas. Analiza el conjunto y poné las oraciones en orden, de manera que describan correctamente el camino seguido por la electricidad en un circuito simple, con una pila y una lamparita.

- Pasa por el filamento y produce luz y calor.
- Llega a la pila por el terminal positivo (+)
- Sale de la lamparita por un conductor interno.
- La electricidad sale de la pila por el terminal negativo (-)
- Otro conductor la transporta por el interior de la lámpara hasta el filamento
- Circula por el conductor que está en el interior del cable
- Retorna a la pila por otro cable.