

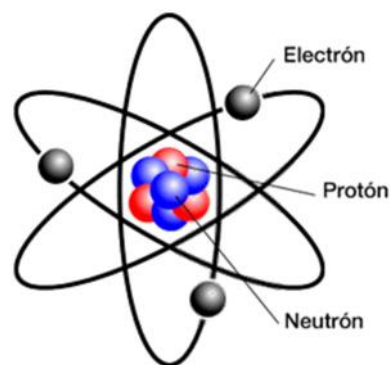
# Tema 9.-Electrotecnia

Tema 9.-Electrotecnia: los fenómenos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos y sus aplicaciones. Leyes de Ohm y de Joule generalizadas para corriente alterna. Circuitos eléctricos de corriente alterna formados por impedancias conectadas en serie y paralelo. Corrientes alternas trifásicas: características. Conexiones en estrella y en triángulo.

La Electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en los rayos, es la base del funcionamiento de muchas máquinas, de todos los dispositivos electrónicos y es esencial para la producción de sustancias químicas como el aluminio y el cloro.

Desde que, en 1831, Faraday descubriera la forma de producir corrientes eléctricas por inducción se ha convertido en una de las formas de energía más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones.

La naturaleza de la electricidad se encuentra en la esencia de la materia. El átomo, la partícula fundamental, está compuesto por núcleo y corteza. En el núcleo, donde se concentra la masa, se encuentran los protones, partículas con carga positiva, y los neutrones, partículas sin carga. En la corteza orbitan los electrones, partículas con una masa muy inferior a la de los protones y con carga eléctrica negativa. Los protones y los electrones tienen cargas del mismo valor pero de signo contrario. Cuando los átomos tienen el mismo número de electrones que de protones son eléctricamente neutros, no tienen carga. Si un átomo pierde un electrón queda con carga positiva y si gana un electrón queda con carga negativa.

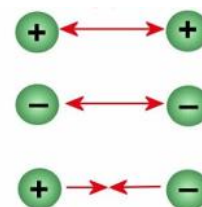


## 1. Carga eléctrica

Desde tiempos remotos se conocen los efectos de la electricidad estática provocada por el exceso de carga en un cuerpo. En la antigua Grecia, Tales de Mileto (aprox. 624 – 548 a.C.) descubrió que si frotaba ámbar con una piel, el ámbar era capaz de atraer pequeñas plumas y trozos de paja.

La carga eléctrica es una propiedad intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. Estas fuerzas explican muchas de las propiedades físicas y químicas de la materia.

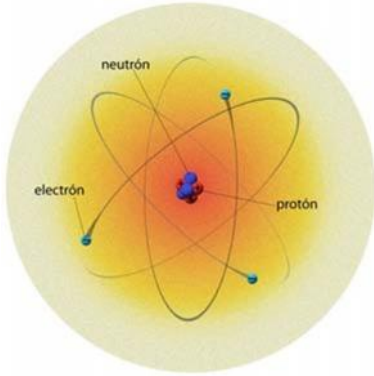
El nombre 'electricidad' viene del griego 'electrón', que significa ámbar. La Carga Eléctrica se mide en Culombios. 1C equivale a  $6,24 \cdot 10^{18}$  veces la carga de un electrón.



El electrón es la partícula que se encuentra en la corteza del átomo y la única que tiene movilidad. Debido a esta movilidad los átomos pueden tener exceso o defecto de electrones.

La carga eléctrica de un cuerpo es el exceso o defecto de electrones que tiene y se representa por la letra Q. Como la carga eléctrica del electrón es muy pequeña, en el Sistema Internacional (SI) se utiliza como unidad

de carga el culombio (C), que equivale a  $6,25 \cdot 10^{18}$  electrones (-e).



## 1.2. Obtención e interacción entre cargas

Decimos que un cuerpo ha sido electrizado o cargado cuando pierde o gana electrones. Si pierde electrones su carga será positiva y si los gana negativa.

- **Electrización por frotamiento**

Podemos comprobar que si frotamos una barra de ebonita sobre un paño de lana, este cederá electrones a la barra, mientras que si frotamos una barra de vidrio, esta perderá electrones, que pasarán al paño. La barra de ebonita quedará con carga negativa y la de vidrio con carga positiva. Entonces, si suspendemos las dos barras, cada una por un hilo, y las situamos una próxima a la otra, aparecerán fuerzas de atracción debido a que tienen cargas opuestas. Pero si colgamos dos barras del mismo material previamente electrizadas aparecerán fuerzas de repulsión. Podemos concluir, por ello, que la ebonita tiende a ganar electrones y adquirir carga negativa, mientras que el vidrio tiende a perder electrones adquiriendo carga positiva.

- **Electrización por inducción**

La inducción es el proceso de carga de un cuerpo sin contacto directo.

Este fenómeno explica cómo un cuerpo cargado puede atraer a un cuerpo neutro. Esto es lo que sucede cuando atraemos pequeños trozos de papel o paja mediante un cuerpo cargado por frotamiento. Si acercamos un cuerpo cargado a un cuerpo neutro se produce una alteración en la distribución inicial de las cargas; el cuerpo electrizado provoca el desplazamiento de los electrones libres del cuerpo neutro. La carga neta no varía, pero una zona del cuerpo se carga positivamente y otra negativamente.

- **Electrización por contacto**

Se produce al cargar un cuerpo neutro poniéndolo en contacto con otro que esté electrizado. Por el punto de contacto habrá un flujo de electrones libres desde el cuerpo que posea más cantidad hacia el que tiene menos. El flujo se mantendrá hasta que el valor de la carga neta sea igual en los dos cuerpos.

Este fenómeno explica por qué algunos de los pequeños trozos de papel se desprenden un instante después de entrar en contacto con un cuerpo cargado por frotamiento. Al principio los papeles son atraídos por el fenómeno de inducción, pero una vez en contacto se iguala la carga neta de los cuerpos y se separan.  
El campo eléctrico

El campo eléctrico es el espacio alrededor de una carga eléctrica. En él se manifiestan las fuerzas de atracción o de repulsión sobre otras cargas eléctricas situadas en este espacio.

## **Pérdida o ganancia de electrones**

En relación a la naturaleza eléctrica del átomo, hay que destacar que la carga eléctrica de un átomo es nula porque tiene el mismo número de protones que de electrones, teniendo así la misma cantidad de cargas positivas que negativas.

Hay, sin embargo, excepciones que hay que tener en cuenta:

En algunas situaciones los átomos pueden perder o ganar electrones y quedar cargados eléctricamente. Estos átomos se llaman iones.

Cuando un átomo pierde uno o diversos electrones queda cargado positivamente y recibe el nombre de catión.

De forma contraria, cuando un átomo gana uno o varios electrones queda cargado negativamente, recibiendo el nombre de anión.

## **¿De dónde viene la electricidad?**

La energía eléctrica o electricidad es un fenómeno físico que se origina a raíz de las cargas eléctricas y de la interacción entre ellas. Así, son los electrones y los protones las dos partículas subatómicas principales que pueden originar la aparición de energía eléctrica.

La electricidad se puede originar o transmitir provocando el movimiento de cargas eléctricas de un punto a otro.

Esta situación es muy común ya en la propia Naturaleza, dado que la energía eléctrica se manifiesta de diversas formas, transformándose en otros tipos de energía. Ejemplos de este fenómeno son las tormentas eléctricas o el sistema nervioso de los seres vivos.

En el siguiente enlace puedes conocer una serie de magnitudes eléctricas que ayudan a definir las características de la electricidad.

## **Materiales conductores y materiales aislantes**

Las cargas eléctricas se pueden mover a través de los materiales, pero no se mueven de la misma manera en todos ellos. A la propiedad que indica la facilidad con que las cargas se mueven a través de un material específico se la denomina conductividad.

Según su conductividad, podemos dividir todos los materiales en dos grandes grupos:

- **Materiales conductores.** Son los que tienen una estructura atómica que favorece que las cargas eléctricas se puedan mover con facilidad por su interior. En general, todos los metales son buenos conductores.
- **Materiales aislantes,** son los que tienen los electrones muy ligados al átomo al que pertenecen, de manera que no se pueden mover con facilidad. Algunos ejemplos aislantes son la madera, la resina o el cristal.

## **La corriente eléctrica**

La corriente eléctrica es el movimiento de los electrones por un conductor. Este movimiento de cargas eléctricas se puede comparar con el agua del río, y de la misma manera que podemos medir el caudal de un río en un punto podemos medir la intensidad de la corriente eléctrica.

Para que el movimiento de electrones se produzca hace falta que entre los extremos del conductor haya una diferencia de potencial, que también se llama tensión o voltaje.

### **Tipos de corriente eléctrica**

El movimiento de electrones (cargas negativas) del generador se produce desde su polo positivo (lugar de salida de los electrones) hasta su polo negativo (lugar donde vuelven los electrones). Cuando dicho flujo es al revés (de polo negativo a positivo), se considera que la corriente es negativa. Así, y dependiendo del sentido del movimiento de dichos electrones, se puede clasificar la corriente eléctrica en:

- Corriente continua, que se caracteriza porque los electrones se mueven en un solo sentido por el hilo conductor. Ejemplos de generadores de corriente continua son las pilas o las dinamos.
- Corriente alterna, cuya característica principal es que los polos del generador cambian de negativo a positivo en el mismo periodo, provocando que el flujo de electrones no mantengan el mismo sentido. La generación de este tipo de corriente la realizan los alternadores.

## **2. Magnetismo**

El magnetismo es un fenómeno físico por el que los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. Hay materiales que presentan propiedades magnéticas detectables fácilmente, como el níquel, el hierro o el cobalto, que pueden llegar a convertirse en un imán.

Existe un mineral llamado magnetita que es conocido como el único imán natural. De hecho de este mineral proviene el término de magnetismo.

Los fenómenos magnéticos fueron conocidos por primera vez por los antiguos griegos, a través de una mineral llamado **magnetita** (de ahí surge el término magnetismo). Se dice que se pudo observar por primera vez en la **ciudad de Magnesia**, en Asia Menor.

¿Para qué sirven los imanes?

Un gran número de médicos y sanadores utilizaron los imanes para curar diferentes problemas médicos a lo largo de la historia. Hoy en día la ciencia médica utiliza el magnetismo más que nunca, por ejemplo:

La magnetoencefalografía (MEG) se utiliza para medir la actividad cerebral.

La terapia de choque para volver a iniciar corazones.

El uso de imanes en aplicaciones industriales y mecánicas también es muy común. Los imanes son la fuerza motriz básica para todos los motores eléctricos y generadores eléctricos.

### **2.1.- Los imanes**

¿Qué es un imán?

Los imanes son los materiales que presentan las propiedades del magnetismo. Hay que destacar que estos pueden ser naturales o artificiales. El más común de los imanes naturales es un mineral llamado magnetita.

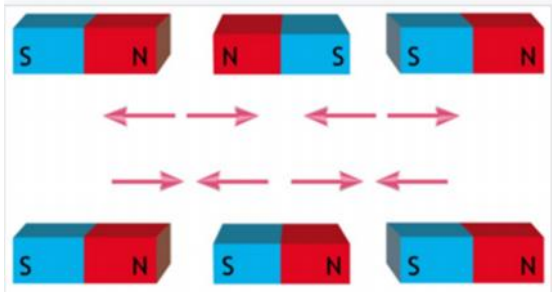
Los imanes pueden ser permanentes o temporales, según el material con el que se fabriquen y según la intensidad de campo magnético al que le sometan.

#### **Partes de un imán: los polos magnéticos**

Cualquier imán presenta dos zonas donde las acciones se manifiestan con mayor fuerza. Estas zonas están situadas en los extremos del imán y son los denominados polos magnéticos: Norte y Sur.

Una de las propiedades fundamentales de la interacción entre imanes es que los polos iguales se repelen, mientras que los polos opuestos se atraen.

El efecto de atracción y repulsión tiene que ver con las líneas de campo magnéticas. Las líneas de campo magnéticas exteriores suelen ir del polo Norte al polo Sur. Por lo tanto, cuando se acercan dos polos opuestos, estas líneas tienen a saltar de un polo a otro: tienden a pegarse. Y según sea la distancia entre los dos imanes esta atracción será mayor o menor.

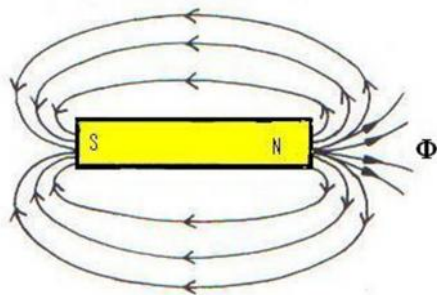


### 2.3 Campo magnético, flujo magnético e intensidad de campo magnético

El campo magnético es la agitación que produce un imán a la región que lo envuelve. Es decir, el espacio que envuelve el imán en donde son apreciables sus efectos magnéticos, aunque sea imperceptible para nuestros sentidos.

Para poder representar un campo magnético utilizamos las llamadas líneas de campo. Estas líneas son cerradas: parten (por convenio) del polo Norte al polo Sur, por el exterior del imán. Sin embargo por el interior circulan a la inversa, de polo Sur a polo Norte.

El recorrido de las líneas de fuerza recibe el nombre de **circuito magnético**, y el número de líneas de fuerza existentes en un circuito magnético se le conoce como **flujo magnético**.



Estas líneas nos dan una idea de:

- **Dirección que tendrá el campo magnético.** Las líneas de campo van desde el polo sur al polo norte en el interior del imán y desde el polo norte hasta el polo sur por el exterior.
- **La intensidad del campo magnético**, también conocida como intensidad de campo magnético, es inversamente proporcional al espacio entre las líneas (a menos espacio más intensidad).

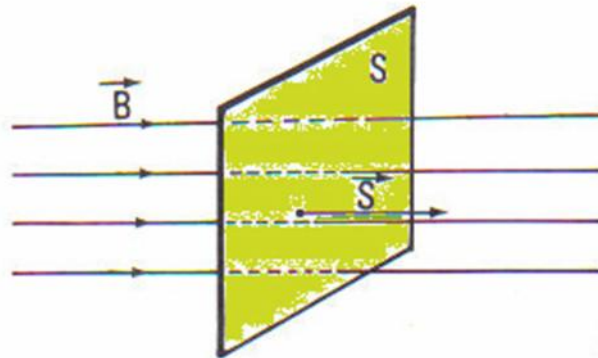
Definimos **Inducción magnética** como la cantidad de líneas de fuerza que atraviesa una superficie perpendicularmente. Indica la densidad de líneas de fuerza en una parte del campo magnético.

La inducción magnética se representa por la letra **B**. Se calcula de la siguiente manera:

$$B = \frac{\phi}{S} \quad \text{Siendo: } B \text{ la inducción magnética}$$

$\Phi$  el flujo magnético

S la superficie



- **Orígenes del electromagnetismo: el experimento de Oersted**

Esta relación entre la electricidad y el magnetismo fue descubierta por el físico danés **Hans Christian Ørsted**. Éste observó que si colocaba un **alfiler magnético** que señalaba la dirección norte-sur paralela a un hilo conductor rectilíneo por el cual no circula **corriente eléctrica**, ésta no sufría ninguna alteración. Sin embargo en el momento en que empezaba a pasar corriente por el conductor, el **alfiler magnético se desviaba** y se orientaba hacia una dirección perpendicular al hilo conductor. En cambio, si dejaba de pasar corriente por el hilo conductor, la aguja volvía a su posición inicial.

De este experimento se deduce que **al pasar a una corriente eléctrica por un hilo conductor se crea un campo magnético**.

- **Campo magnético creado por una corriente eléctrica**

**Una corriente que circula por un conductor genera un campo magnético alrededor del mismo.**

El valor del campo magnético creado en un punto dependerá de la intensidad del corriente eléctrico y de la distancia del punto respecto el hilo, así como de la forma que tenga el conductor por donde pasa la corriente eléctrica.

El campo magnético creado por un elemento de corriente hace que alrededor de este elemento se creen líneas de fuerzas curvas y cerradas. Para determinar la dirección y sentido del campo magnético podemos usar la llamada **regla de la mano derecha**.

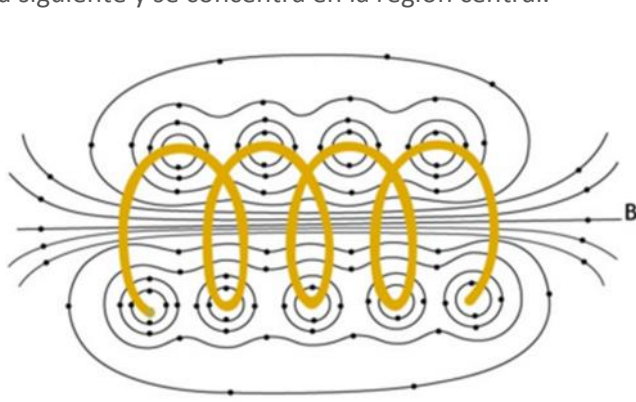
La **regla de la mano derecha** nos dice que utilizando dicha mano, y apuntando con el dedo pulgar hacia el sentido de la corriente, la curvatura del resto de dedos nos indicará el sentido del campo magnético

- En el caso de un hilo **conductor rectilíneo** se crea un campo magnético circular alrededor del hilo y perpendicular a él.
- Cuando tenemos un hilo conductor en forma de **espira**, el campo magnético será circular. La dirección y el sentido del campo magnético



depende del sentido de la corriente eléctrica.

- Cuando tenemos un hilo conductor enrollado en forma de hélice tenemos una **bobina** o **solenoides**. El campo magnético en su interior se refuerza todavía más en existir más espiras: el campo magnético de cada espira se suma a la siguiente y se concentra en la región central.



Espira por la cual circula una corriente, esta corriente genera un campo magnético a su alrededor

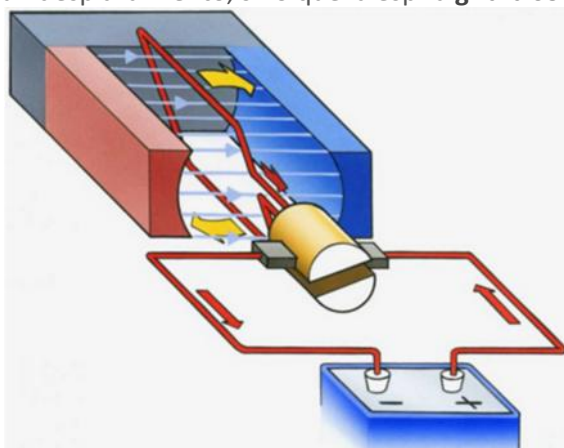
Una aplicación muy común de las bobinas es utilizarlas como **electroimanes**. Este tipo de electroimanes consiste en una bobina, por donde circula una corriente eléctrica, y un núcleo ferromagnético, colocado en el interior de la bobina. Cuando por la bobina circula una corriente eléctrica, el núcleo de hierro se convierte en un imán temporal. Cuantas más espiras tenga la bobina, mayor será su campo magnético.

- **Fuerza electromagnética**

Cuando una carga eléctrica está en movimiento crea un **campo eléctrico** y un **campo magnético** a su alrededor.

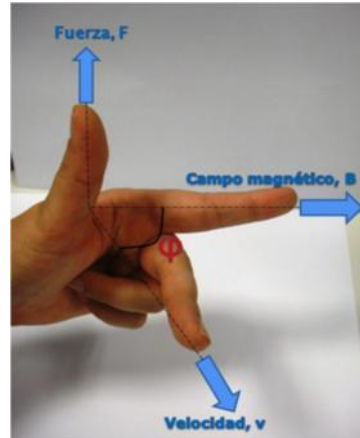
Así pues, este campo magnético realiza una fuerza sobre cualquier otra carga eléctrica que esté situada dentro de su radio de acción. Esta fuerza que ejerce un campo magnético será la **fuerza electromagnética**. Si tenemos un hilo conductor rectilíneo por donde circula una corriente eléctrica y que atraviesa un campo magnético, se origina una fuerza electromagnética sobre el hilo. Esto es debido a que **el campo magnético genera fuerzas sobre cargas eléctricas en movimiento**.

Si en lugar de tener un hilo conductor rectilíneo tenemos un espiral rectangular, aparecerán **un par de fuerzas de igual valor pero de diferente sentido** situadas sobre los dos lados perpendiculares al campo magnético. Esto no provocará un desplazamiento, sino que la espira **girará sobre si misma**.



La dirección de esta fuerza creada se puede determinar por la **regla de la mano izquierda**.

- Si la dirección de la velocidad es paralela a la dirección del campo magnético, la fuerza se anula y la trayectoria de la partícula será rectilínea.
- Si la dirección de la velocidad es perpendicular al campo magnético la fuerza vendrá dada por la expresión:



Y si esta fuerza es perpendicular al plano formado por la velocidad y el campo magnético, la partícula entonces describirá una trayectoria circular.

- **Faraday-Lenz, la inducción electromagnética y la fuerza electromotriz inducida**

La inducción electromagnética es la producción de corrientes eléctricas por campos magnéticos variables con el tiempo. Este fenómeno es justamente el contrario al que descubrió Oersted, ya que es la existencia de un campo magnético lo que nos producirá corrientes eléctricas. Además, la corriente eléctrica incrementa en aumentar la rapidez con la que se producen las variaciones de flujo magnético.

Estos hechos permitieron enunciar la ley que se conoce como **la Ley de Faraday-Lenz**.

- **Los generadores eléctricos**

Un generador es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Lo consigue gracias a la interacción de los dos elementos principales que lo componen: la parte móvil llamada rotor, y la parte estática que se denomina estator.

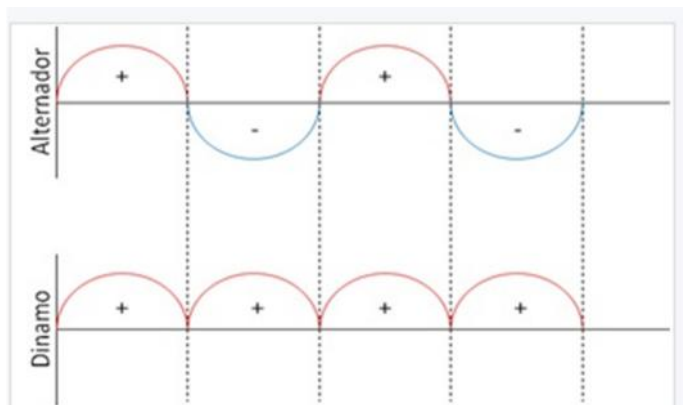
Cuando un generador eléctrico está en funcionamiento, una de las dos partes genera un flujo magnético (actúa como inductor) para que el otro lo transforme en electricidad (actúa como inducido).

Los generadores eléctricos se diferencian según el tipo de corriente que producen. Así, nos encontramos con dos grandes grupos de máquinas eléctricas rotativas: los alternadores y las dinamos.

Los alternadores generan electricidad en corriente alterna. El elemento inductor es el rotor y el inducido el estator. Un ejemplo son los generadores de las centrales eléctricas, las cuales transforman la energía mecánica en eléctrica alterna.



Las dinamos generan electricidad en corriente continua. El elemento inductor es el estator y el inducido el rotor. Un ejemplo lo encontraríamos en la luz que tiene una bicicleta, la cual funciona a través del pedaleo.



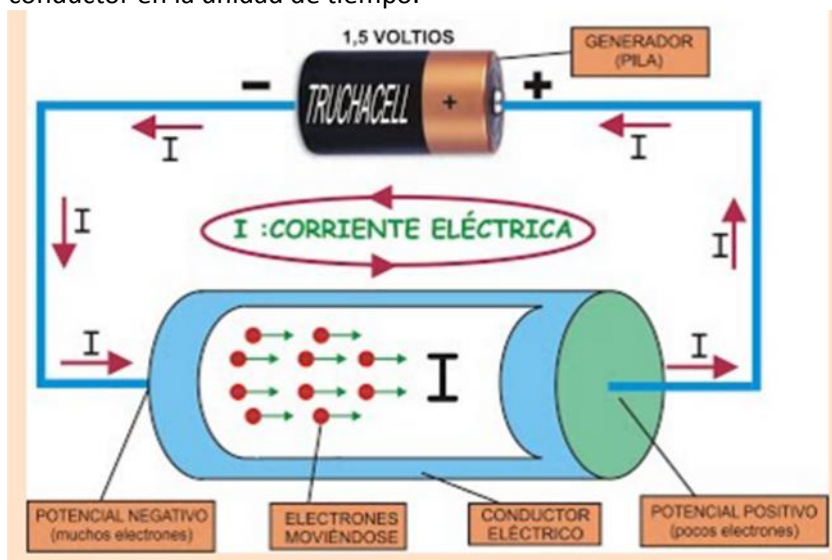
### 3.-Corriente eléctrica. Concepto. Unidades. Tipos

Una corriente eléctrica es un flujo de cargas a través de un conductor. El desplazamiento de cargas se produce al unir, a través del conductor, dos cuerpos con distinta carga, uno positiva y otro negativa.

El sentido de circulación de las cargas se toma por conveniencia, desde los tiempos de Faraday, de positivo a negativo. Es el denominado sentido convencional de la corriente eléctrica. En realidad las cargas que se desplazan son electrones, esto quiere decir que en un circuito se produce una circulación real de cargas del polo negativo al positivo.

Llamamos intensidad o intensidad de corriente a la magnitud que nos indica la cantidad de carga que circula.

Se define intensidad eléctrica ( $I$ ) como la cantidad de carga que atraviesa una sección transversal de un conductor en la unidad de tiempo.

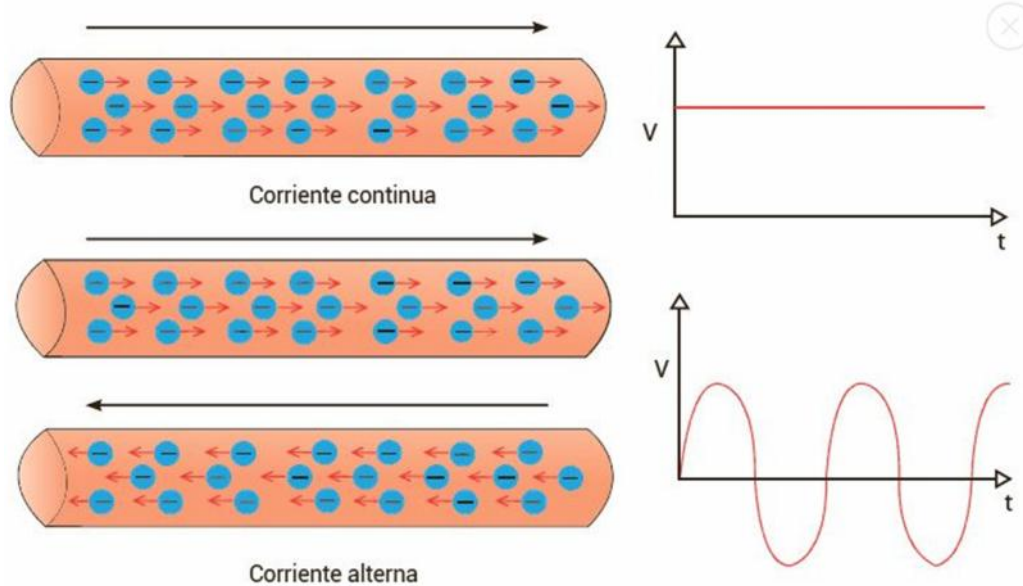


### Tipos de corriente

Según como sea el flujo de cargas podemos tener distintos tipos de corriente; las más importantes y comunes son la corriente continua constante y la corriente alterna sinusoidal.

**Corriente continua.** Es aquella en la que el flujo de electrones es constante, siempre en el mismo sentido. Es la corriente que nos dan las pilas y baterías.

**Corriente alterna sinusoidal.** El sentido de circulación de los electrones es alterno, cambia de sentido cada cierto tiempo. La forma de onda que describe es la correspondiente a la función seno. Este tipo de corriente es la más empleada. Es la que se utiliza para el transporte y el consumo doméstico e industrial.



#### 4.- circuito eléctrico

Se llama circuito eléctrico a la interconexión de elementos conductores, que unidos entre si forman un camino para el transporte de la corriente eléctrica.

Todo circuito eléctrico está formado por tres partes fundamentales:

1. Fuentes de energía. Son las encargadas de aportar la "fuerza" necesaria para crear y mantener una corriente eléctrica. Por ej.: pilas, baterías, generadores, paneles solares, etc..
2. Elementos de transmisión y maniobras. Se ocupan de transportar la corriente eléctrica (electrones) desde las fuentes hasta los consumidores o cargas. Además, permiten realizar las maniobras de apertura y cierre de circuitos ;y cualquier control de energía. Por ej: conductores eléctricos, interruptores, fusibles, llaves termomagnéticas, disyuntores, etc.
3. Consumidores o cargas eléctricas. Reciben energía eléctrica desde las fuentes y la transforman en otro tipo de energía. Por ej: lámparas, motores, televisores, computadoras, heladeras, cafeteras, etc..

CARGA O CONSUMIDOR	RECIBE ENERGÍA DE LA FUENTE	LA TRANSFORMA EN OTRO TIPO DE ENERGÍA
LÁMPARA	CORRIENTE ELÉCTRICA	LUZ Y CALOR
ESTUFA ELÉCTRICA	CORRIENTE ELÉCTRICA	CALOR
MOTOR ELÉCTRICO	CORRIENTE ELÉCTRICA	MOVIMIENTO
TELEVISOR	CORRIENTE ELÉCTRICA	VIDEO Y SONIDO