

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

1 - FENÓMENOS ELÉCTRICOS: CONCEPTO DE CARGA ELÉCTRICA

La materia está constituida por pequeñas partículas -los átomos- que a su vez están formados por tres tipos de partículas elementales: **los neutrones** (sin carga eléctrica), **los protones** (con carga positiva) y **los electrones** (con carga negativa).

De acuerdo con las teorías atómicas (Rutherford, Bohr, ...) los átomos están constituidos por una parte central -el núcleo- en el cual se encuentran los protones (con carga positiva) y los neutrones, y a su alrededor se encuentra la corteza en la cual se sitúan los electrones (con carga negativa).

Cualquier átomo en su estado "normal" no tiene carga eléctrica, lo cual nos indica que tiene el mismo número de cargas positivas que de cargas negativas, es decir, tiene el mismo número de protones que de electrones. Pero si por cualquier causa alguno de estos electrones de la corteza es arrancado del átomo, pasará a otro cuerpo y así, el primero (que perdió el electrón) quedará cargado positivamente mientras que el cuerpo que recibe el electrón quedará cargado negativamente.

Por tanto, la **CARGA ELÉCTRICA** es el defecto o exceso de electrones respecto al número de protones en un cuerpo.

2 - UNIDADES DE CARGA ELÉCTRICA. UNIDAD ELEMENTAL DE CARGA

La UNIDAD ELEMENTAL DE CARGA es la mínima cantidad de carga eléctrica que es capaz de existir en forma libre, y es el electrón.

Obviamente, esta unidad de carga es demasiado pequeña para las medidas que se utilizan en la práctica, por lo que el Sistema Internacional de Unidades utiliza otra mucho mayor, que es el **CULOMBIO**, que equivale a la carga de $6,28 \cdot 10^{18}$ electrones

1 CULOMBIO = $6,28 \cdot 10^{18}$ electrones y así **Carga del electrón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ CULOMBIOS**

3 - CONDUCTORES Y AISLANTES

Cuando se depositan las cargas eléctricas sobre una sustancia puede suceder que permanezcan allí, inmóviles, mientras que en otras sustancias estas cargas se dispersan rápidamente a través de ellas.

Las primeras son los AISLANTES, AISLADORES O DIELECTRICOS, *que no dejan pasar fácilmente las cargas eléctricas a su través*, mientras que las segundas son los CONDUCTORES, los cuales *permiten pasar fácilmente las cargas eléctricas a través de ellos*; tal es el caso de los metales, entre otras sustancias.

En realidad no existen aislantes perfectos, por lo que es preferible hablar de buenos o malos conductores de la electricidad.

4 - CORRIENTE ELÉCTRICA. GENERADORES

Una CORRIENTE ELÉCTRICA consiste en *un movimiento continuo y ordenado de partículas cargadas a lo largo de un conductor*. Si estas cargas se mueven siempre en la misma dirección, se trata de corriente continua, y si cambian periódicamente de sentido, se trata de corriente alterna.

Para que una carga sea capaz de desplazarse libremente entre dos puntos A y B de un conductor, es necesario que entre ellos exista una "diferencia de potencial" (diferencia de energía potencial) con lo que las cargas irán del punto de mayor potencial -A- al de menor -B- hasta que se igualen los potenciales de ambos puntos, momento en el que cesarán de moverse las cargas.

Para mantener permanentemente esta diferencia de potencial -y con ello el paso de corriente- necesitamos

una pila o generador de corriente, el cual tomará las cargas que lleguen al punto B (el de menor potencial) y las volverá a llevar al punto A (el de mayor potencial), lo cual significa que debe comunicarles una cierta cantidad de energía, pues la energía potencial de A es mayor que la del punto B; y así, la carga podrá de nuevo desplazarse espontáneamente hacia el punto B, con lo que las cargas se moverán continuamente.

Si el generador mueve siempre las cargas en el mismo sentido, originará una corriente eléctrica continua, como es el caso del ejemplo puesto, en que el generador lleva las cargas desde el punto B al punto A, con lo que la corriente eléctrica irá siempre desde A hasta B.

Los generadores, que no son más que aparatos que transforman un tipo de energía en otro, pueden ser de diversos tipos:

- **Pilas:** que obtienen la energía necesaria para mover las cargas de una reacción química: transforman la energía química en eléctrica.

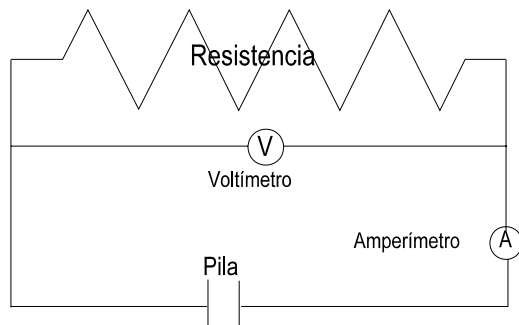
- **Dínamo o alternador:** que obtiene la energía necesaria para mover las cargas del movimiento a que se le somete: transforman la energía mecánica en eléctrica, recibiendo un nombre u otro según que produzca corriente continua o alterna, respectivamente..

5 - DIFERENCIA DE POTENCIAL E INTENSIDAD DE LA CORRIENTE. VOLTÍMETROS Y AMPERÍMETROS.

Hemos dicho que para que se origine una corriente eléctrica entre dos puntos de un conductor es necesario que entre ellos exista una diferencia de potencial, o lo que es lo mismo, que haya una "diferencia de nivel eléctrico" o bien una "diferencia de energía potencial eléctrica", por lo que se podrá medir la energía (trabajo) que se necesita para llevar la unidad de carga positiva desde el punto de menor al de mayor energía.

UNIDAD DE DIFERENCIA DE POTENCIAL: La unidad de diferencia de potencial en el Sistema Internacional, es el VOLTIO, que es *la diferencia de potencial que tiene que existir entre dos puntos de un conductor para que al mover una carga eléctrica de +1 culombio entre ellos, se realice el trabajo de 1 Julio:*

$$1 \text{ VOLTIO} = \frac{1 \text{ JULIO}}{1 \text{ CULOMBIO}}$$



Colocación de los elementos en un circuito

El instrumento que se utiliza para medir la diferencia de potencial entre dos puntos es el **VOLTÍMETRO**, el cual debe conectarse siempre a los dos puntos entre los que se quiere medir la diferencia de potencial (SIEMPRE EN PARALELO).

Cuando por un conductor circula una corriente eléctrica, es importante conocer cuantas cargas se mueven y para ello se define una nueva magnitud: La **INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA**, que se define como *el número de cargas que atraviesan una sección del conductor en la unidad de tiempo.*

El instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente que circula por un conductor es el **AMPERÍMETRO**, el cual debe conectarse intercalado en dicho conductor (SIEMPRE EN SERIE).

6 - RESISTENCIA ELÉCTRICA. LEY DE OHM

Si los polos de una pila se unen mediante un hilo conductor, se forma un circuito por el que circularán las cargas eléctricas. Pero dicho hilo ofrece una cierta oposición a que las cargas eléctricas circulen a su través, la cual dependerá de su longitud, de su sección y de la naturaleza del conductor. Así, si comparamos trozos iguales de diferentes materiales, tendremos:

- **conductores:** aquellos que tienen poca resistencia
- **aislantes:** aquellos que tienen una resistencia alta

Si en el montaje anterior utilizamos varias pilas de diferente "voltaje", podemos comprobar que la intensidad de corriente aumenta a medida que lo hace la diferencia de potencial creada por la pila, pero si *dividimos los valores correspondientes a la diferencia de potencial por los de la intensidad, podemos observar que los*

cocientes entre ambos se mantienen constantes. A este cociente se le llama RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR.

A esta proporcionalidad que existe entre la intensidad de la corriente, la diferencia de potencial y la resistencia del conductor se la conoce como **LEY DE OHM** : $I = \frac{V}{R}$

que se enuncia así: *la intensidad de corriente que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial que existe entre sus extremos e inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.*

7 - UNIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

Si despejamos el valor de la resistencia en la expresión de la ley de Ohm, tendremos: $R = \frac{V}{I}$ expresión de la que podemos deducir la unidad de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional sin mas que tomar la unidad de Diferencia de potencial y la unidad de intensidad, y así, tendremos: $R = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ Amperio}}$ que recibe el nombre de OHMIO.

Un OHMIO es, por tanto, *la resistencia que ofrece un conductor cuando al someterlo a una diferencia de potencial de 1 voltio circula por él una intensidad de 1 amperio.*

Ejemplo:

¿Cual es la resistencia de un conductor por el que circula una corriente de 0,5 A cuando la diferencia de potencial entre los extremos de la misma es de 30 voltios?

Solución

Según la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} ; \quad V = I \cdot R ; \quad 30 = 0,5 \cdot R ; \quad R = \frac{30}{0,5} ; \quad R = 60 \text{ Ohmios}$$

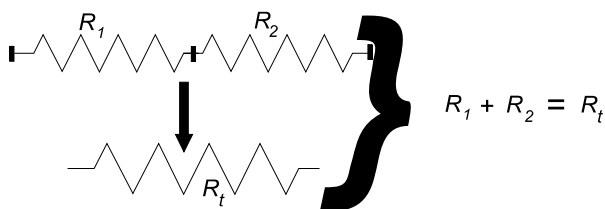
8 - ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Por regla general, un circuito no tendrá una sola resistencia, sino varias, que podrán estar acopladas de formas distintas: en serie o en paralelo constituyendo asociaciones de resistencias.

Para cada una de estas asociaciones de resistencias se define la resistencia equivalente, que es aquella resistencia única que equivale a todas las demás, de tal forma que puede sustituir a la asociación sin que se modifique ni la intensidad que circula por el circuito ni la d.d.p. a que está sometido.

La resistencia equivalente de una asociación se calcula de distinta forma según cómo estén conectadas las resistencias.

a) Asociación de resistencias en serie: es la que resulta al unir el extremo de una resistencia con el principio de la siguiente, de tal forma que por todas ellas pasa toda la intensidad de la corriente eléctrica.



Así, la d.d.p. entre los extremos de las resistencias asociadas será: $V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$

donde, al aplicar la ley de Ohm: $V = I \cdot R$ a cada una de las resistencias y teniendo en cuenta que por todas ellas circula la misma intensidad de corriente: I , tendremos:

$$\left. \begin{array}{l} a) V_{AB} = I \cdot R_1 \\ b) V_{BC} = I \cdot R_2 \\ d) V_{AC} = I \cdot R_{eq} \end{array} \right\} \text{ de donde, al sustituir en la ecuación anterior, y después simplificar, tendremos:}$$

$$I \cdot R_{eq} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \quad \text{y así:} \quad R_{eq} = R_1 + R_2$$

es decir, *la resistencia equivalente a otras varias asociadas en serie es igual a la suma de los valores de dichas resistencias.*

Ejemplo:

A un generador de 120 voltios se conecta a una asociación de tres resistencias de 3, 4 y 5 Ohmios conectadas en serie. Determinar la resistencia equivalente a esa asociación así como la intensidad de la corriente que circula por el circuito y la d.d.p. entre los extremos de cada resistencia.

Al tratarse de una asociación de resistencias en serie, la resistencia equivalente será:

$$R_{eq} = 3 + 4 + 5 = 12 \text{ Ohmios}$$

y así, al aplicarle ahora la ley de Ohm al circuito equivalente, calculamos la intensidad de la corriente que circulará por él:

$$V = I \cdot R ; 120 = I \cdot 12 ; I = \frac{120}{12} ; I = 10 \text{ Amperios}$$

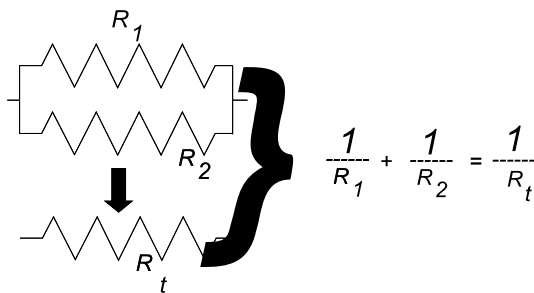
intensidad que es la misma que circulará por todas y cada una de las resistencias que componen dicha asociación, pudiendo aplicarle, por consiguiente, la ley de ohm a cada una de ellas, y así:

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= I \cdot R_1 = 10 \cdot 3 = 30 \text{ voltios} \\ V_2 &= I \cdot R_2 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ voltios} \\ V_3 &= I \cdot R_3 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ voltios} \end{aligned} \right\}$$

datos que, representados en un cuadro, nos quedarán:

	R_1	R_2	R_3	R_{eq}
Resistencia: R	3	4	5	12 Ohmios
Intensidad: I	10	10	10	10 Amperios
d.d.p. : V	30	40	50	120 voltios

b) Asociación de resistencias en paralelo: Es la que resulta de unir varias resistencias de tal modo que tengan sus extremos conectados a puntos comunes.



En este caso las dos resistencias están unidas a los mismos puntos A y B, lo mismo que la resistencia equivalente, por lo que la d.d.p. debe ser también la misma para todas ellas. Por tanto, la intensidad de corriente llega al punto A se reparte en dos, por lo que:

$$I_t = I_1 + I_2$$

pero en el circuito equivalente, toda la intensidad de la corriente pasará por la resistencia equivalente (es la única que hay). Así, al aplicar la ley de Ohm a cada una de las resistencias, tendremos:

y al sustituir :

$$\left. \begin{aligned} a) V_{AB} &= I_1 \cdot R_1 \\ b) V_{AB} &= I_2 \cdot R_2 \\ d) V_{AB} &= I_{eq} \cdot R_{eq} \end{aligned} \right\} \text{ de donde: } \left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{V_{AB}}{R_1} \\ I_2 &= \frac{V_{AB}}{R_2} \\ I_{eq} &= \frac{V_{AB}}{R_{eq}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I_t &= I_1 + I_2 \\ \frac{V_{AB}}{R_{eq}} &= \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{AB}}{R_2} \end{aligned}$$

de donde, al simplificar:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

es decir, que el valor inverso a la resistencia equivalente de una asociación de varias resistencias conectadas en paralelo es igual a la suma de los valores inversos de dichas resistencias.

Ejemplo:

Calcular la resistencia equivalente a una asociación de tres resistencias de 4, 6 y 12 Ohmios conectadas en

paralelo, así como la d.d.p. e intensidad de la corriente que circulará por cada una de ellas si se conectan a un generador de 12 voltios.

Al tratarse de una asociación de resistencias en paralelo, la resistencia equivalente a dicha asociación será:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} ; \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} ; \frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{12} ; R_{eq} = 2 \text{ ohms}$$

A cada una de las tres resistencias, también podemos aplicarle la ley de Ohm, teniendo en cuenta que conocemos la d.d.p., común para todas las resistencias, y así:

- a) $V_{AB} = I_1 \cdot R_1$; $12 = I_1 \cdot 4$; $I_1 = 3 \text{ Amperios}$
 b) $V_{AB} = I_2 \cdot R_2$; $12 = I_2 \cdot 6$; $I_2 = 2 \text{ Amperios}$
 c) $V_{AB} = I_3 \cdot R_3$; $12 = I_3 \cdot 12$; $I_3 = 1 \text{ Amperios}$

operaciones que, resumidas en un cuadro, nos quedarán:

	R_1	R_2	R_3	R_{eq}
Resistencia: R	4	6	12	2 Ohmios
Intensidad: I	3	2	1	6 Amperios
d.d.p. : V	12	12	12	12 Voltios

PROBLEMAS Y EJERCICIOS SOBRE LA LEY DE OHM

- 1- Calcular la tensión a la que está conectada una plancha eléctrica que tiene una resistencia de 44 Ohmios si circula por ella una intensidad de corriente de 5 Amperios.
- 2- Se tiene una resistencia cuyo valor queremos conocer. Para ello se conecta a 110 voltios y se observa que por ella circula una corriente de 1,25 Amperios. ¿Cual es el valor de dicha resistencia? Dibuje el esquema del circuito. ¿Qué resistencia habría que acoplarle para que circulara una intensidad de 1 Amperio?
- 3- Por un alambre pasa una intensidad de corriente de 0,4 A. cuando se le aplica una diferencia de potencial de 6 voltios entre sus extremos. ¿Qué intensidad circularía si se aplicara el doble de diferencia de potencial?
- 4 - Para conocer el valor de una resistencia, se conecta a 220 voltios y se observa que por ella circula una corriente de 2 Amperios. ¿Cual es el valor de dicha resistencia? Dibuje el esquema del circuito.
- 5- Determinar el valor de la resistencia que debe conectarse en paralelo con otra de 20 Ohmios para que la resistencia equivalente del conjunto sea de 10 Ohmios.
- 6- Para medir el valor de una resistencia desconocida, se conectan a ella un amperímetro y un voltímetro. Dibuja el esquema del montaje correcto de ambos instrumentos para realizar esta medida. Si marcan respectivamente 0,1 Amperio y 50 Voltios, determina el valor de la resistencia.
- 7- Se tiene una bombilla que tiene una resistencia de 10 Ohmios por la que no puede pasar una intensidad de corriente mayor de 4 amperios. Determinar qué resistencia hemos de colocar en serie con esa bombilla para que pueda funcionar sin problemas a 220 voltios. Dibuje el esquema del circuito colocando en él un amperímetro y un voltímetro.
- 8- Tres bombillas de 2, 3 y 5 Ohmios se asocian en paralelo y al conjunto se le aplica una diferencia de potencial de 50 Voltios. Hallar la intensidad de la corriente que pasa por cada bombilla así como la intensidad total.
- 9- Determinar cuantas resistencias de 160 Ohmios hay que conectar en paralelo para que circulen 3 Amperios por una línea de 120 Voltios.
- 10- Se dispone de cuatro resistencias de 2, 4, 6 y 10 Ohmios. Calcular la resistencia equivalente de las mismas cuando se conectan de las siguientes formas en un circuito alimentado por un generador de 12 voltios:
 - a) Las cuatro en serie.
 - b) Las cuatro en paralelo
 - c) Las de 2 y 4 Ohmios en serie con el acoplamiento de las de 6 y 10 Ohmios en paralelo.

- 11-** Cuando se conectan en paralelo tres resistencias de 4, 6 y 12 Ohmios, circula por el circuito una intensidad de corriente de 2,5 Amperios. Determinar la intensidad que circulará por cada una así como la diferencia de potencial entre los extremos de la asociación.
- 12-** Hallar la intensidad de corriente que suministra la batería en cada uno de los circuitos de las figuras:
a) 30 voltios a un circuito compuesto por una resistencia de 6 Ohmios conectada en serie con una asociación de dos resistencias de 3 y 5 Ohmios conectadas en paralelo entre sí.
b) 18 Voltios a un circuito compuesto por dos resistencias de 5 y 1= Ohmios conectadas en serie.
- 13-** Por un circuito formado por dos resistencias de 2 y 5 Ohmios conectadas en serie entre sí y con una asociación en paralelo de otras dos resistencias de 4 y 6 Ohmios, circula una intensidad de corriente de 2 Amperios. Determinar: a) Resistencia equivalente del circuito; b) Caída de tensión (o diferencia de potencial) en cada resistencia; c) Diferencia de potencial de la pila que alimenta el circuito.
- 14-** Dispones de tres resistencias de 6 Ohmios cada una y de una pila de 4,5 Voltios, un voltímetro y un amperímetro. ¿De cuantas formas se podrán conectar las tres resistencias a la pila? Coloca también en esos circuitos el amperímetro y el voltímetro, y calcula lo que indicará cada uno de los dos en dichos circuitos.
- 15-** Tres resistencias de 2, 3 y 5 Ohmios se conectan en serie a una pila. Sabiendo que ésta produce una diferencia de potencial de 15 Voltios en la resistencia de 5 Ohmios, Determinar: a) Resistencia equivalente del conjunto; b) Intensidad de la corriente que circula por el circuito; c) Diferencia de potencial que proporciona la pila al circuito. Si se conecta ahora ese circuito a 125 voltios, ¿Cual deberá ser el valor de dicha resistencia?
- 16-** Cuatro resistencias iguales de 10 Ohmios se unen formando un cuadro. Uniendo dos vértices opuestos se coloca otra resistencia de 2,5 Ohmios, y estos mismos dos vértices se unen a los polos de un generador de 10 Voltios. Dibuje el esquema del circuito, calcule la resistencia equivalente al conjunto, la intensidad de la corriente que circulará por el circuito y por cada una de las resistencias
- 17-** Una corriente de 2 Amperios se bifurca en dos resistencias, la primera de 2 Ohmios y la segunda de 4 Ohmios. ¿Qué intensidad de corriente pasa por cada una de ellas? ¿ Cuanto vale la resistencia equivalente al conjunto de ambas?
- 18 -** Dos resistencias de 3 y 6 Ohmios respectivamente se conectan en paralelo y una resistencia de 8 ohmios se conecta en serie con ellas. El conjunto se una a una fuente de alimentación de 20 voltios. Calcular: a) Resistencia equivalente; b) Intensidad de la corriente que circula por el circuito; c) Intensidad de la corriente que circulará por cada resistencia; d) Diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia.