

SESIÓN 3

LA CORRIENTE ELÉCTRICA

I. CONTENIDOS:

1. Tipos de corriente eléctrica.
2. Intensidad de corriente.
3. Fuerza electromotriz.
4. Resistencia eléctrica.
5. Resistividad.
6. Ley de Ohm.

II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Comprenderá los conceptos de fuerza electromotriz, intensidad y resistencia eléctrica.
- Analizará la relación y los efectos del material, longitud, área y temperatura en la resistencia eléctrica de un conductor.

III. PROBLEMATIZACIÓN:

Comenta las preguntas con tu Asesor y selecciona las ideas más significativas.

- ¿Cuánta electricidad se obtiene de una pila?
- ¿Cómo se produce un rayo?
- ¿Por qué algunos aparatos tienen clavijas con tres terminales?

IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

1.1. Tipos de corriente eléctrica

La electrodinámica es la parte de la física que se encarga del estudio de las cargas eléctricas en movimiento. La corriente eléctrica es un fenómeno de la electrodinámica. En esta clase abordaremos lo referente al flujo de cargas eléctricas en un conductor. Las cargas eléctricas pueden fluir de manera diferente en los conductores.

Cuando las cargas fluyen en un solo sentido decimos que la corriente es continua o directa. Por un conductor fluyen cargas negativas en un sentido y por otro conductor fluyen las cargas negativas en sentido opuesto. Las cargas negativas que se han mencionado son electrones de los átomos del conductor que se desplazan en alguna dirección. Por ejemplo, en una pila; si un cable está conectado a la terminal negativa, entonces por el cable pueden fluir electrones que se alejan de la pila; si hay otro cable conectado en la terminal positiva de la pila, entonces los electrones pueden fluir hacia la pila. En un caso los electrones se alejan de la pila y en otro se dirigen a ella. Cabe señalar que los electrones se desplazan a velocidades muy bajas en el conductor; por ejemplo en un cable de un automóvil que tiene una diferencia de potencial de 12 voltios, un electrón tardaría aproximadamente tres horas en recorrer la distancia de un metro. Sin embargo, el campo eléctrico si se desplaza en el conductor a una velocidad cercana a la de la luz. El campo eléctrico es el responsable de “mover” a los electrones en una determinada dirección a través del conductor, pero éstos chocan con los iones atómicos que tienen enfrente y por ello su avance neto es mínimo.

También puede considerarse que los electrones se desplazan en una dirección y luego en la opuesta, con una frecuencia de 60 veces por segundo, si es el caso entonces estamos ante la llamada corriente alterna. La corriente alterna permite elevar el voltaje para transmitirla a grandes distancias, y luego reducirlo para el suministro a los hogares, negocios, fábricas, hospitales y demás lugares que la requieren. El suministro que hace la CFE es de corriente alterna.

La llamada corriente convencional es aquella que considera que el flujo de las cargas eléctricas positivas va de la terminal positiva a la terminal negativa. Aún se sigue utilizando, las razones de esto se explicaron en la clase 1.

2.1. Intensidad de corriente

La corriente eléctrica es un fenómeno que se entiende como la rapidez con que fluyen las cargas eléctricas en un conductor, se utiliza para su medición en el sistema internacional al Amperio (A), en honor al matemático y físico francés, André-Marie Ampere, que en 1826 describió los fenómenos electrodinámicos. La intensidad de la corriente también se llama en el lenguaje común amperaje o simplemente corriente. Se simboliza con la letra I . La corriente fluye a través de un circuito.

Las cargas eléctricas se desplazan por los conductores si la corriente es continua, esto es, si la fuente de energía eléctrica es una pila o batería; pero si la corriente es alterna, las cargas eléctricas vibran con determinada frecuencia en las dos direcciones sin presentar un desplazamiento neto. La corriente eléctrica se puede incrementar no por la velocidad con que fluyen las cargas eléctricas en el conductor, como ya se ha explicado, sino por la cantidad enorme de electrones que son movilizados por el campo eléctrico que propicia la fuente de voltaje. Un amperio es equivalente a 6250000000000000000 electrones fluyendo por un conductor en el tiempo de un segundo.

3.1. Fuerza electromotriz

La fuerza electromotriz es la energía que impulsa a las cargas eléctricas, si las cargas eléctricas se mueven a través de un conductor entonces deben ser impulsadas por alguna forma de energía. La fuerza electromotriz no es una fuerza es una energía. Esta energía también se llama diferencia de potencial, tensión eléctrica, o simplemente voltaje. Se mide en voltios (V), en honor al físico italiano Alessandro Volta que en 1800 puso en funcionamiento la primera pila eléctrica. Se simboliza en las fórmulas con la letra V . El voltaje se establece entre los extremos de un circuito, esto significa que mide la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Para un circuito que presenta un voltaje de 8 voltios se suministran 8 Joules de energía a cada Coulomb de electrones que fluyen por él. Un coulomb de electrones equivale a la carga eléctrica de 6250000000000000000 electrones, es decir, 6.25×10^{18} electrones.

4.1. Resistencia eléctrica

Se llama resistencia eléctrica a la oposición que ofrece un conductor al flujo de las cargas eléctricas, la resistencia depende de la temperatura, del tipo de material de que esté hecho el conductor, de la longitud del conductor y del área de sección transversal del conductor. La resistencia eléctrica se mide en Ohms (Ω), y se simboliza en las fórmulas con la letra R . Puede llamarse resistencia a un elemento que ofrezca determinada oposición al flujo de cargas eléctricas. En la resistencia las cargas pueden fluir en cualquier dirección. La resistencia de un cuerpo disminuye con la humedad, por ejemplo una tabla de madera seca ofrece una gran resistencia, pero mojada ofrece una menor resistencia al grado de que puede conducir cargas eléctricas.

La resistencia eléctrica de un conductor es directamente proporcional a su longitud. Un cable largo ofrece una mayor resistencia que un cable corto si ambos tienen el mismo diámetro y están hechos del mismo material. Al ofrecer una mayor resistencia, por él fluye una menor corriente. Los artefactos consumen corriente eléctrica, si no se les suministra la suficiente entonces no funcionan adecuadamente. Las resistencias de un circuito electrónico no tienen polaridad.

5.1. Resistividad

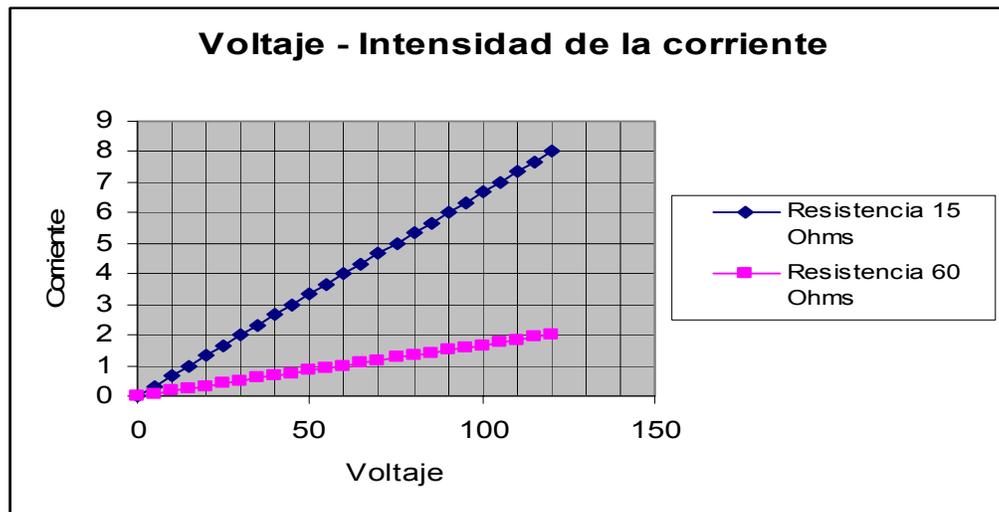
La resistividad es una constante de proporcionalidad para la medición de la resistencia de un conductor considerando la temperatura a la que se encuentra y el tipo de material que lo constituye; por ejemplo la plata es mejor conductor que el hierro, pero su resistencia se modifica con la temperatura. La resistividad, como constante de proporcionalidad, permite distinguir esas propiedades de conducción. Se mide en $\Omega \cdot m$, y se representa con la letra griega rho " ρ ".

A continuación se presenta una serie de valores de resistividad a temperatura ambiente. Junto con el coeficiente de cambio de la resistencia con la temperatura:

Resistividad de algunas sustancias a 20 °C		
Sustancia	Resistividad ρ ($\Omega \cdot m$)	Coefficiente de temperatura α ($^{\circ}C^{-1}$)
Plata	1.59×10^{-8}	3.81×10^{-3}
Cobre	1.67×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Oro	2.35×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Aluminio	2.65×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Tungsteno	5.65×10^{-8}	4.5×10^{-3}
Nicromo	150×10^{-8}	0.44×10^{-3}
Níquel	6.841×10^{-8}	6.0×10^{-3}
Hierro	9.71×10^{-8}	5×10^{-3}
Platino	10.6×10^{-8}	3.93×10^{-3}
Plomo	20.65×10^{-8}	4.3×10^{-3}

Consultado de <http://personales.upv.es/jquiles/prffi/corriente/ayuda/hlpresistividad.htm>
4 de mayo 2011

6.1. Ley de Ohm.



En la gráfica anterior se muestra la relación entre el voltaje y la corriente para conductores con una resistencia fija. Como podemos apreciar al aumentar el voltaje aumenta proporcionalmente la corriente, si disminuye el voltaje también disminuye la corriente.

La ley de Ohm establece la relación entre los parámetros de intensidad de la corriente, tensión eléctrica y resistencia. La intensidad de la corriente es directamente proporcional al voltaje e

inversamente proporcional a la resistencia. Se llama así en honor al físico alemán Georg Simon Ohm, que en 1826 descubrió la relación entre voltaje, corriente y resistencia. Las fórmulas de la ley de Ohm son:

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

Cuando se relacionan en un problema, el voltaje, la resistencia, la resistividad, la corriente eléctrica, la longitud del conductor, el área de sección transversal o el diámetro, así como la temperatura; se emplea alguna las fórmulas que se muestran a continuación:

$R = \frac{\rho l}{A}$	$R = \frac{4\rho l}{\pi D^2}$	$I = \frac{AV}{\rho l}$	$I = \frac{\pi D^2 V}{4\rho l}$	$V = \frac{I\rho l}{A}$	$V = \frac{4I\rho l}{\pi D^2}$
$D = \sqrt{\frac{4\rho l}{\pi R}}$	$D = \sqrt{\frac{4I\rho l}{\pi V}}$	$l = \frac{\pi D^2 R}{4\rho}$	$\rho = \frac{\pi D^2 R}{4l}$	$\rho = \frac{AR}{l}$	$\rho = \frac{AV}{I \cdot l}$
$\rho = \frac{\pi D^2 V}{4I \cdot l}$	$l = \frac{AR}{\rho}$	$l = \frac{\pi D^2 R}{4\rho}$	$l = \frac{AV}{I\rho}$	$l = \frac{\pi D^2 V}{4I\rho}$	
$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta T)$		$R = R_0(1 + \alpha \Delta T)$		$\Delta T = T_f - 20^\circ\text{C}$	
$R = \frac{4\rho l}{\pi D^2}(1 + \alpha \Delta T)$		$R = \frac{\rho l}{A}(1 + \alpha \Delta T)$		$I = \frac{\pi D^2 V}{4\rho l(1 + \alpha \Delta T)}$	
$I = \frac{AV}{\rho l(1 + \alpha \Delta T)}$		$V = \frac{4I\rho l}{\pi D^2}(1 + \alpha \Delta T)$		$V = \frac{I\rho l}{A}(1 + \alpha \Delta T)$	

Donde cada símbolo significa:

V	Voltaje o diferencia de potencial	ρ	Resistividad
I	Intensidad de la corriente	D	Diámetro de la sección transversal
R	Resistencia eléctrica	ρ_0	Resistividad inicial
A	Área de sección transversal	α	Coefficiente de incremento de la resistencia con la temperatura
l	Longitud del conductor	ΔT	Cambio en la temperatura en $^\circ\text{C}$

Ejemplo 1: ¿Cuál es la resistencia de un cable de cobre de 8 mm de diámetro si tiene una longitud de 200 metros?

Se localiza una fórmula que permita el cálculo, para esto se busca una que comience con "R" ya que es la incógnita, además que tenga a la derecha del signo igual los símbolos de los datos que presenta el problema:

$$R = \frac{4\rho l}{\pi D^2}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$R = \frac{(4)(1.67 \times 10^{-8})(200)}{(\pi)(0.008)^2} = \frac{1.336 \times 10^{-5}}{2.010619 \times 10^{-4}} = 0.06644$$

Entonces la resistencia del cable es de 66.44 mΩ

Ejemplo 2 ¿Cuál es el porcentaje de variación de la resistividad de aluminio en el intervalo de la temperatura de 30° a 150°C? Justifica matemáticamente.

Para resolver este problema, primero debemos calcular la resistividad para cada temperatura: Comenzamos con la temperatura mayor, la de 150° C. Se emplea la fórmula:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta T)$$

La sustitución:

$$\rho = (2.65 \times 10^{-8})(1 + (3.9 \times 10^{-3})(130)) = (2.65 \times 10^{-8})(1 + 0.507) = 3.99355 \times 10^{-8}$$

Luego se calcula la resistividad para la menor temperatura:

$$\rho = (2.65 \times 10^{-8})(1 + (3.9 \times 10^{-3})(10)) = (2.65 \times 10^{-8})(1 + 0.039) = 2.75335 \times 10^{-8}$$

Si consideramos un 100% el último valor, para calcular el incremento de la resistividad multiplicamos por 100 el valor de la primera resistividad y dividimos el resultado entre el valor de la segunda resistividad:

$$\% = \frac{(3.99355 \times 10^{-8})(100)}{(2.75335 \times 10^{-8})} = 145.04\%$$

El resultado significa que la resistividad del aluminio aumenta en un 45.04% en ese intervalo de temperatura.

Ejemplo 3 ¿Qué longitud de alambre de cobre de 1/32 in de diámetro se requiere para fabricar una resistencia de 10Ω?

En este caso, se debe primero transformar la medida del diámetro del alambre a metros:

Cada pulgada equivale a 0.0254 m, entonces para hacer la conversión sólo se multiplica 0.0254 por 1/32, el resultado es: 0.00079375, esto equivale aproximadamente a 0.79 mm.

Después se utiliza la fórmula que permite calcular la longitud con estos datos:

$$l = \frac{\pi D^2 R}{4\rho}$$

Sustituyendo:

$$l = \frac{(\pi)(0.00079375)^2(10)}{(4)(1.67 \times 10^{-8})} = \frac{1.979326 \times 10^{-5}}{6.68 \times 10^{-8}} = 296.306$$

En la práctica esto se redondea a 296.3 m.

Ejemplo 4. Por un alambre de oro de 50 mm fluye una corriente de 0.1 A con 5 mV. ¿Cuál es el diámetro del alambre?

Para este caso, debemos localizar una fórmula que permita calcular el diámetro con estos datos:

$$D = \sqrt{\frac{4I\rho l}{\pi V}}$$

Sustituyendo

$$D = \sqrt{\frac{(4)(0.1)(2.35 \times 10^{-8})(0.05)}{(\pi)(0.005)}} = \sqrt{\frac{4.7 \times 10^{-10}}{0.015707963}} = \sqrt{2.992 \times 10^{-8}} = 1.73 \times 10^{-4}$$

El resultado anterior significa que es suficiente con 0.173 mm de diámetro para que circule esa corriente por el alambre de oro de 5 cm de largo.