

LEY DE OHM

1. LEY DE OHM

En 1822 el científico George Simon Ohm, relacionó la intensidad de corriente, la tensión y la resistencia, enunciando la ley de Ohm de la forma siguiente:

Ley de Ohm: La intensidad de corriente que circula por un hilo conductor es directamente proporcional a la tensión entre sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia

Esta ley, que se cumple siempre en todos los elementos sometidos a tensión y por los que circula intensidad de corriente, se puede expresar de forma matemática como:

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$$

De donde se deduce que:

$$1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ Ohmio}}$$

Así, en un conductor cuya resistencia sea de 1 Ω , y en el se aplique una tensión de 1 V la intensidad de corriente será de 1 A.

Es importante saber que no podemos variar la intensidad de un circuito de forma directa. Según la Ley de Ohm para hacerlo tendremos que, obligatoriamente, modificar la tensión o la resistencia.

2. APLICACIONES DE LA LEY DE OHM

La ley de Ohm nos va permitir conocer la tensión, intensidad o resistencia en cualquier punto del circuito. Vamos a ver algunos ejemplos:

EJERCICIO RESUELTO

Se conecta una resistencia de 3 k Ω a una pila de 9 V. ¿Cuál será la intensidad que recorre el circuito?

El primer paso es expresar las magnitudes en unidades apropiadas. En nuestro caso, 3 k Ω = 3000 Ω .

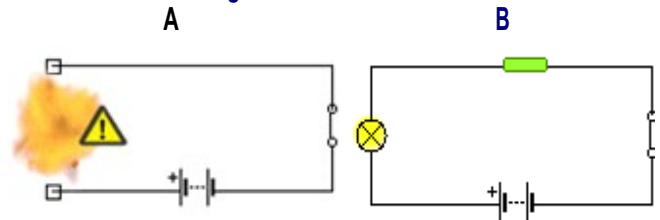
A continuación, sustituimos las magnitudes conocidas (en el ejemplo, la tensión y la resistencia) en la fórmula de la ley de Ohm, para calcular la magnitud desconocida (en este caso la intensidad).

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9 \text{ V}}{3000 \Omega} = 0.003 \text{ A} = 3 \text{ mA}$$

Por último, expresaremos el resultado en la unidad adecuada (en este caso mA). Por tanto, por el circuito circularán 3 mA.

Del ejemplo anterior podemos intuir las funciones de las resistencias. Estas funciones son el **limitar y regular la cantidad de corriente que circula por un determinado circuito**; y **proteger algunos componentes** por los que no debe circular una intensidad de corriente elevada. Por ejemplo, si a una pila de 9 V le conectamos directamente una bombilla de 3 V, ésta se fundirá (Figura 7A). Para evitar que se funda, podemos colocar una resistencia en serie con la bombilla para que se quede con, al menos, los 6 V que nos sobran (Figura 7B). Así, sólo le llegarán 3 V a la bombilla.

Fig 7: Función de la resistencia.



EJERCICIO RESUELTO

Para el circuito de la figura 7A, calcular cuál debe ser el valor mínimo de la resistencia para que no se funda la bombilla, suponiendo que ésta soporte una tensión máxima de 3 V y que la intensidad que circula por la lámpara es de 0.2 A.

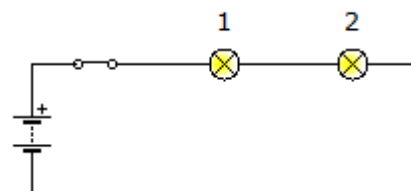
Como la lámpara soporta una tensión de 3V, y la fuente proporciona 9V, la resistencia que coloquemos deberá reducir la tensión en 6 V. Aplicando la Ley de Ohm.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 30 \Omega$$

Los cálculos de las magnitudes en un circuito es relativamente fácil cuando únicamente se tiene conectado un receptor al generador. Sin embargo, estos cálculos son más complejos cuando se integran dos o más receptores en el mismo circuito, ya que dependen de como estén colocados dichos receptores.

CIRCUITO EN SERIE

En el circuito mostrado la pila tiene una diferencia de potencial de 9 Voltios y la resistencia de las bombillas es de 200 Ω cada una. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.



Como se trata de un circuito en serie, se cumplirá:

La **resistencia** total de l circuito o resistencia equivalente es la suma de las resistencias que lo componen ($R_T = R_1 + R_2$).

$$R_T = R_1 + R_2 = 200 \Omega + 200 \Omega = 400 \Omega$$

La **intensidad de corriente** que circula es la misma por todos los elementos ($I_T = I_1 = I_2$). Empleando la ley de Ohm

$$I_t = \frac{9 \text{ V}}{400 \Omega} = 0.0225 \text{ A} = 22.4 \text{ mA}$$

Puesto que la intensidad que circula por cada bombilla es la misma, las dos lámparas lucirán igual (con la misma intensidad)

La **tensión** generada por el generador se reparte entre los distintos elementos ($V_T = V_1 + V_2$). De la ley de Ohm podemos obtener la tensión en cada elemento:

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,0225 \text{ A} \cdot 200 \Omega = 4.5 \text{ V}$$

$$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,0225 \text{ A} \cdot 200 \Omega = 4.5 \text{ V}$$

pudiendo comprobar que realmente se cumple:

$$V_T = V_1 + V_2 = 4.5 \text{ V} + 4.5 \text{ V} = 9 \text{ voltios}$$

Como resultado del reparto de tensiones entre las dos bombillas éstas lucirán menos de lo que lo harían si sólo estuviera una sola de ellas.

La **intensidad de corriente** total que sale del generador se reparte por todos los elementos ($I_T = I_1 + I_2$). Empleando la ley de Ohm.

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9 \text{ V}}{100 \Omega} = 0.09 \text{ A} = 90 \text{ mA}$$

La **tensión** en cada receptor es igual a la del generador ($V_T = V_1 = V_2$):

$$V_T = V_1 = V_2 = 9 \text{ V}$$

Aplicando la Ley de Ohm, conoceremos las **intensidades de corriente** individuales::

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{9 \text{ V}}{200 \Omega} = 0.045 \text{ A} = 45 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{9 \text{ V}}{200 \Omega} = 0.045 \text{ A} = 45 \text{ mA}$$

Como comprobación:

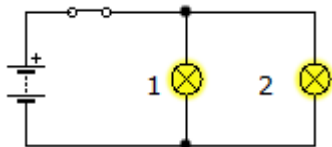
$$I_T = I_1 + I_2 = 90 \text{ mA}$$

Resumiendo:

- ✓ En este caso la intensidad de corriente, es decir el número de electrones que atraviesa el circuito por segundo es mucho mayor que en el caso del circuito en serie. Por consiguiente la batería se agotará mucho antes.
- ✓ Puesto que la tensión aplicada entre los terminales de cada bombilla es la misma, e igual a la de la fuente, las bombillas alumbrarán ambas con la misma intensidad.
- ✓ Además como la intensidad en cada bombilla es mayor (45 mA) que en el circuito en serie (22.5 mA) las bombillas iluminarán en mayor medida que cuando están colocadas en serie.

CIRCUITO EN PARALELO

En el circuito de la figura la tensión proporcionada por la batería es de 9 V y la resistencia de las bombillas es de 200 Ω cada una. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.



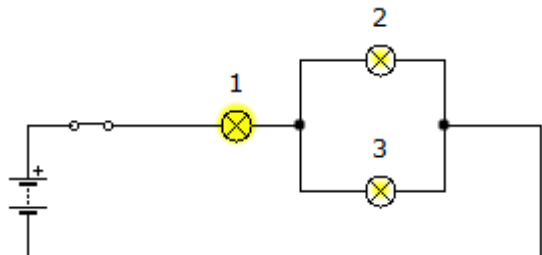
Como se trata de un circuito en paralelo, se cumplirá:

La resistencia total o **resistencia equivalente** se podrá obtener sabiendo que su inversa es la suma de las inversas de las resistencias que lo componen.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{200 \Omega \cdot 200 \Omega}{200 \Omega + 200 \Omega} = 100 \Omega$$

CIRCUITO EN MIXTO

En el circuito mostrado, la pila proporciona una tensión de 9 V y la resistencia individual de las bombillas es de 200 Ω. Calcular la resistencia total o resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada una de las bombillas.



Estos circuitos poseen las características de los dos circuitos, por lo que se tiene que resolver poco a poco por partes. En primer lugar se resuelven los elementos

que están en paralelo (bombillas 2 y 3), y luego los que están en serie.

La resistencia equivalente de las bombillas en paralelo (R_p) será:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_p = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{200\Omega \cdot 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} = 100\Omega$$

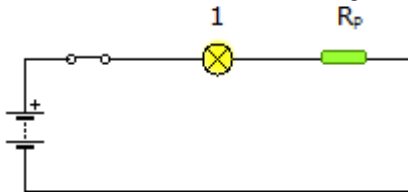
La **resistencia total** será la suma de R_p y R_1 .

$$R_T = R_p + R_1 = 100\Omega + 200\Omega = 300\Omega$$

De la ley de Ohm podemos obtener la **intensidad de corriente total**:

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{300\Omega} = 0.03A = 30mA$$

Ahora, que ya conocemos la resistencia y la intensidad total, podemos tratar el circuito como si fuese un circuito en serie como el de la figura:



La **intensidad de corriente** que circula tanto por la bombilla 1 como por la resistencia equivalente del paralelo, será igual a la total.

$$I_T = I_1 = I_p = 30mA$$

Aplicando la ley de Ohm, conoceremos la **tensión** que hay tanto en la bombilla 1 como en la resistencia equivalente del paralelo (V_p) de las bombillas 2 y 3.

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 0.030A \cdot 200\Omega = 6V$$

$$V_p = V_2 = V_3 = I_p \cdot R_p = 0.030A \cdot 100\Omega = 3V$$

Como comprobación:

$$V_T = V_1 + V_p = 6V + 3V = 9V$$

Aplicando de nuevo la Ley de Ohm conoceremos las **intensidades de corriente** en las bombillas 2 y 3:

$$I_2 = \frac{V_p}{R_2} = \frac{3V}{200\Omega} = 0.015A = 15mA$$

$$I_3 = \frac{V_p}{R_3} = \frac{3V}{200\Omega} = 0.015A = 15mA$$

Como comprobación:

$$I_p = I_2 + I_3 = 15mA + 15mA = 30mA$$

Resumiendo: la intensidad de corriente que circula a través de la bombilla 2 y 3 es la mitad de la que circula a través de la bombilla 1. Como consecuencia las bombillas 2 y 3 lucirán menos que la 1.

V. POTENCIA ELÉCTRICA Y ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica que se consume en los circuitos eléctricos se transforma en luz, movimiento, calor... para expresar la energía consumida por unidad de tiempo se recurre a la **potencia eléctrica**.

Se define la **potencia (P)** de un aparato eléctrico como la cantidad de trabajo que es capaz de realizar en un tiempo determinado. Su unidad en el S.I. es el **Vatio o Watt (W)**, que equivale a un Joule (J) por segundo (s). Un múltiplo muy utilizado es el **Kilovatio o Kilowatt (kW)**, que equivale a 1,000 vatios o watts.

Por ejemplo, un aparato de 50 W de potencia es capaz de proporcionar una energía de 50 Joules cada segundo, o una bombilla de 100 Watts, consumirá una energía de 100 Joules cada segundo.

La potencia está relacionada con el voltaje de la fuente de alimentación o generador y con la intensidad de corriente mediante la expresión:

$$\text{Potencia (P)} = \text{Tensión (V)} \cdot \text{Intensidad (I)} = V \cdot I$$

Aplicando la ley de Ohm podemos obtener fórmulas equivalentes para conocer la potencia eléctrica

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = V^2 / R$$

Se llama la **energía eléctrica** a la energía que puede obtenerse a partir de una corriente eléctrica. En el S.I. en Joules (J). Sin embargo, en el caso de la energía eléctrica suele emplearse el **kilowatts hora (kWh)**

Su expresión matemática es:

$$\text{Energía (E)} = \text{Potencia (P)} \cdot \text{tiempo (t)} = P \cdot t$$

Tabla 1: Potencia eléctrica aproximada de algunos electrodomésticos.

Electrodoméstico	Potencia orientativa
Aire acondicionado	4000 W
Horno eléctrico	2500 W
Secadora	2300 W
Secador de pelo	1500 W
Aspiradora	1200 W
Tostadora	1200 W
Horno microondas	1000 W
Plancha	1000 W
Refrigerador / Nevera	500 W

Tabla 2: Comparativa de potencias de las lámparas incandescentes y las de bajo consumo. Las lámparas bajo consumo ahorran un 80% de energía y duran un promedio de 6000 horas; seis veces más que las incandescentes

Bombilla tradicional de incandescencia	Lámparas de bajo consumo fluorescentes
	
25W	6-7W
40W	7-9W
60W	11-12W
100W	18-20W
150W	23-27W

La **Etiqueta de Eficiencia Energética**, esta etiqueta debe encontrarse en un lugar visible de cualquier electrodoméstico; y avala que dicho producto cumple con la Norma Oficial Mexicana. En dicha norma, están especificados los límites máximos de energía que puede consumir el electrodoméstico, según los avances tecnológicos y condiciones de mercado nacional e internacional para promover el ahorro de energía y preservar los recursos naturales no renovables de la nación. Así el consumidor puede verificar la eficiencia y el consumo de energía del electrodoméstico antes de hacer su compra.



EJERCICIO RESUELTO

La secadora de tu casa tiene una potencia de 1500 W, y el secado dura 2 horas. ¿Cuánta energía consumirá? ¿Cuánto me cuesta cada secado si el precio del kWh es de \$0.851 Pesos?

$$\text{Energía consumida: } E = 1.5 \text{ kW} \cdot 2 \text{ h} = 3 \text{ kWh}$$

$$\text{Precio: } 3 \text{ kWh} \cdot \$0.851/\text{kWh} = \$2.553$$

EJERCICIO RESUELTO

Calcula cuánto ahorrarías al año al substituir las 20 lámparas de 100 W de una casa, por otras tantas de bajo consumo equivalentes (20 W). Su pondremos una media de 400 h de funcionamiento al año para cada lámpara y un costo de \$0.851 Pesos por kWh.

La diferencia entre las potencias de las lámparas es de 80 W, por lo que en un año nos ahorraremos:

$$80 \text{ W} \cdot 400 \text{ h} = 32,000 \text{ Wh} = 32 \text{ kWh por cada lámpara.}$$

$$32 \text{ kWh} \cdot 20 \text{ lámparas} = 640 \text{ kWh}$$

Si consideramos un precio de \$ 0.851/kWh entonces nos ahorraremos:

$$640 \text{ kWh} \cdot \$0.851/\text{kWh} = \$544.64$$

VI. EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica causa diversos efectos sobre los elementos que atraviesa, transformándose en otros tipos de energía. Este año estudiaremos algunos de dichos efecto.

1. ENERGÍA CALORÍFICA (CALOR)

Cuando los electrones circulan por un conductor, chocan contra las partículas (núcleos y electrones) del material por el que circulan. De este modo la energía que transportan se convierte en energía calorífica. Este fenómeno se conoce con el nombre de **efecto Joule**.

Dicho efecto es por un lado un inconveniente, ya que se pierde energía eléctrica al hacer circular la corriente por cualquier conductor. Sin embargo, puede aprovecharse en equipos como planchas, hornos, secadores, cafeteras y en cualquier dispositivo eléctrico que transforma la energía eléctrica en calor. Los elementos empleados para producir calor a partir de la luz eléctrica son las resistencias.

EJERCICIO RESUELTO

La lámpara de tu mesa de estudio posee la siguientes indicaciones 120V y 60 W. Calcula la intensidad de corriente y el valor de la resistencia.

De la fórmula de la potencia:

$$P = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{60 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 0.5 \text{ A}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{(120 \text{ V})^2}{60 \text{ W}} = 240 \Omega$$

2. ENERGÍA LUMÍNICA (LUZ)

Al ser atravesados por la corriente, los cuerpos incrementan su temperatura. Si este aumento es importante, los cuerpos se vuelven incandescentes, es decir, comienzan a emitir luz. Al principio la luz es roja y a medida que sigue aumentando la temperatura la luz tiende al blanco.

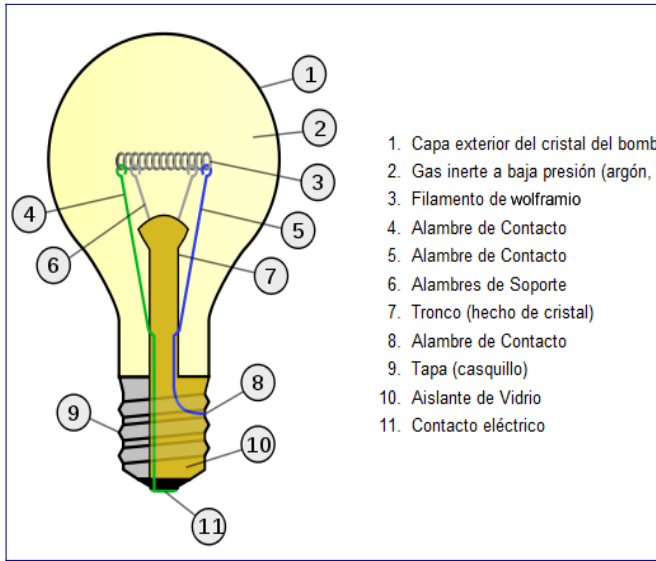


Fig9: Esquema de una lámpara incandescente.

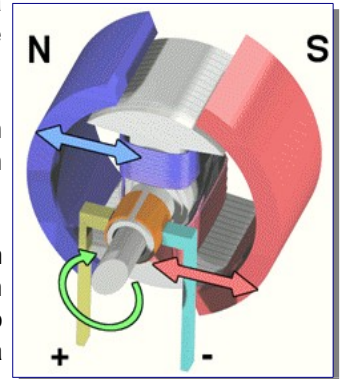
En este fenómeno de incandescencia se basa el funcionamiento de las bombillas convencionales, llamadas por

ello, lámparas de incandescencia. En dichas lámparas, el filamento de wolframio (un metal) alcanza unas temperaturas de 2000-3000°C al pasar por él la corriente. Para evitar que se quemara, el filamento se encierra en una ampolla de vidrio en la que se elimina el oxígeno (haciendo vacío o conteniendo una mezcla de argón y nitrógeno).

3. ENERGÍA MECÁNICA (MOVIMIENTO)

La conversión de energía eléctrica en mecánica se realiza a través de motores, por ejemplo, en un tren eléctrico, en una batidora, en un exprimidor, en un ventilador...

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de **inducción electromagnética**. En dicho efecto, la corriente que pasa por un conductor genera a su



alrededor un campo electromagnético, comportándose como un imán. Este efecto se utiliza en los motores eléctricos, los cuales aprovechan las fuerzas de atracción y repulsión entre un imán y un hilo conductor enrollado colocado en su interior. Estas fuerzas provocan el movimiento del eje del motor.