

Leyes básicas de los circuitos eléctricos

La ley de Ohm

La corriente y el voltaje, asociados con una resistencia, se relacionan entre sí mediante una fórmula muy útil y sencilla llamada la **ley de Ohm**. Esta ley, que examinaremos en detalle más adelante, es una de las fórmulas más utilizadas en electricidad y electrónica por parte de ingenieros, técnicos, estudiantes y principiantes, para el análisis y diseño de todo tipo de circuitos, incluyendo amplificadores, fuentes de alimentación, etc., así como para la selección apropiada de conductores, fusibles, interruptores, tomacorrientes, y otros tipos de componentes.

Antes de conocer la ley de Ohm, es conveniente recordar qué es, cómo está estructurado y cómo funciona un circuito eléctrico simple. **Figura 4.1.** Según vimos en una lección anterior, un **circuito eléctrico**, en un sentido general, es una combinación de componentes conectados de tal forma que proporcionen una trayectoria cerrada para la circulación de la corriente y permitan aprovechar la energía de los electrones en movimiento para producir otras formas de energía, por ejemplo, luz, calor, sonido, movimiento, etc. Un circuito eléctrico simple como el anterior se compone, básicamente, de los siguientes elementos:

- Una fuente de energía eléctrica (V), la cual suministra la fuerza necesaria para impulsar una corriente de electrones a través del circuito. Esta fuerza se expresa en **voltios (V)**. La corriente producida se expresa en **amperios (A)**.
- Un conjunto de conductores, los cuales proporcionan un camino de poca resistencia para la circulación de la corriente a través del circuito.
- Un interruptor (S), el cual actúa como elemento de control del circuito, regulando el paso de corriente hacia la carga.

- Una **carga**, la cual convierte la energía de los electrones en movimiento en otras forma de energía. En este caso, la carga está representada por una **resistencia (R)**, la cual convierte energía eléctrica en calor. La resistencia se expresa en ohmios (Ω). En el resto de este capítulo asumiremos que la carga o cargas de un circuito son resistencias puras.

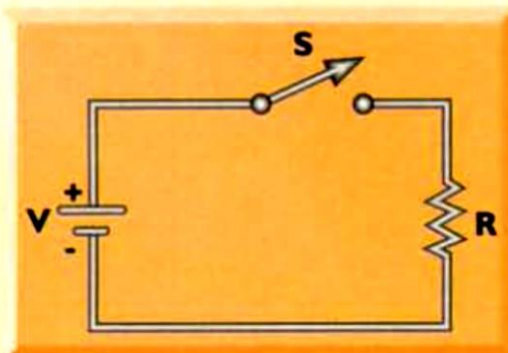


Figura 4.1. El circuito eléctrico simple

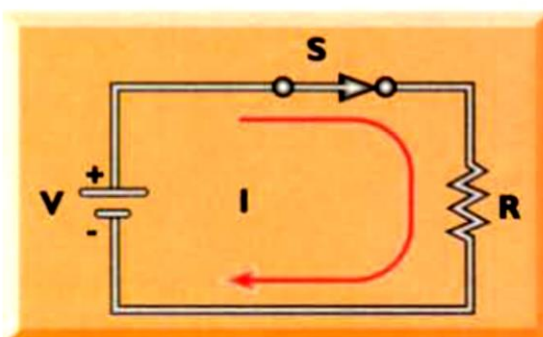


Figura 4.2. El circuito eléctrico cerrado

Bajo esta condición, los electrones tendrán una trayectoria por donde circular y la fuente podrá impulsar una corriente eléctrica (I). Se dice, entonces, que el circuito está **cerrado**. Considerando el sentido convencional, la corriente sale de la fuente por el borne positivo (+), se desplaza a lo largo del conductor superior, atraviesa la carga (R), continúa por el conductor superior y regresa a la fuente por el borne negativo. El proceso se repite indefinidamente mientras permanezca cerrado el interruptor.

Enunciado de la ley de Ohm

En un circuito resistivo, o sea que solo tiene resistencias, el voltaje (V), la resistencia (R) y la corriente (I) están relacionados entre sí mediante una fórmula muy útil y sencilla llamada la **ley de Ohm**,

descubierta por el físico alemán Georg Simon Ohm (1789-1854) y dada a conocer públicamente en 1828. Esta ley establece lo siguiente:

“La intensidad (I) de la corriente eléctrica que circula por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado (V) e inversamente proporcional a la resistencia (R) del mismo”

Matemáticamente, esta relación se puede representar en forma resumida mediante la siguiente fórmula:

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

El significado de cada uno de los términos de esta ecuación es el siguiente:

V es la tensión aplicada, expresada en voltios (V)

I es la corriente que circula por el circuito, expresada en amperios (A).

R es la resistencia u oposición al paso de la corriente, expresada en ohmios (Ω).

Para que la aplicación de esta fórmula produzca los resultados correctos, las cantidades deben expresarse en las unidades básicas o patrón, es decir el voltaje en **voltios**, la corriente en **amperios** y la resistencia en **ohmios**.

Por tanto, la ley de Ohm nos permite calcular una magnitud, digamos la corriente (I), conociendo las otras dos (V, R). También nos confirma que la intensidad o cantidad de corriente de un circuito depende del voltaje aplicado por la fuente y de la resistencia que le presenta la carga.

Otras formas de representar la ley de Ohm

Matemáticamente la ley de Ohm, originalmente expresada como $I=V/R$, se puede representar mediante otras dos ecuaciones equivalentes así:

$$\text{Voltaje} = \text{Intensidad} \times \text{Resistencia} \\ \rightarrow V = I \times R$$

Mediante esta fórmula se puede obtener el valor del voltaje (V) de la fuente de alimentación, co-

nociendo la intensidad (I) de la corriente y la resistencia (R).

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

Mediante esta fórmula se puede obtener el valor de la resistencia (R), conociendo la intensidad de la corriente (I) y el voltaje (V).

El triángulo de la ley de Ohm

Las diferentes formas de expresar la ley de Ohm, examinadas hasta el momento, se pueden recordar con facilidad utilizando el triángulo de la **figura 4.8**, donde se encuentran representadas, en forma gráfica, las tres magnitudes de cualquier circuito, es decir el voltaje (V), la intensidad de la corriente (I) y la resistencia (R).

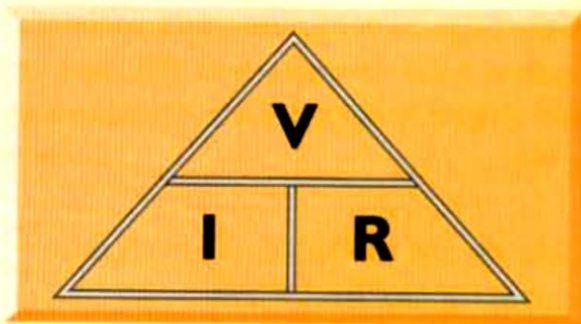


Figura 4.8. El triángulo de la ley de Ohm

Ejemplo No. 1. En el circuito eléctrico de la **figura 4.3**, el voltaje entregado por la fuente tiene un valor de 110 voltios y la resistencia ofrecida por la carga un valor de 10 ohmios. ¿Cuál es el valor de la corriente que circula por el circuito?

Solución. Las magnitudes de este circuito son:

$$V = 110V$$

$$R = 10\ \Omega$$

$$I = ?A$$

Para calcular la corriente (I), aplicamos la ley de Ohm ($I=V/R$), reemplazando las letras que representan los parámetros del circuito por sus valores numéricos, expresados en unidades básicas. Esto es:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110V}{10\Omega} = 11A$$

Por tanto, la corriente a través del circuito es de 11 amperios.

Ejemplo No. 2. Consideremos el mismo circuito de la **figura 4.3**, pero ahora aumentemos el voltaje, por ejemplo al doble, es decir 220 voltios, dejando el mismo valor de resistencia, es decir 10 ohmios. ¿Qué sucederá con la intensidad? **Figura 4.4**

Solución. Las nuevas magnitudes del circuito son las siguientes:

$$V = 220V$$

$$R = 10\ \Omega$$

$$I = ?A$$

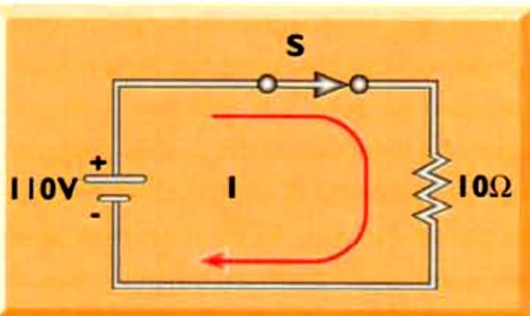


Figura 4.3. Ejemplo No. 1

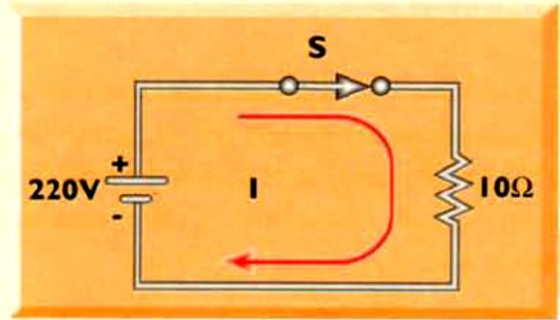


Figura 4.4. ejemplo No. 2

Aplicando la ley de Ohm ($I=V/R$) y reemplazando las letras por sus valores, tenemos:

$$I = \frac{220V}{10\Omega} = 22A$$

Por tanto, la nueva corriente a través del circuito es de 22 amperios. Como conclusión, al aumentar el voltaje al doble, la intensidad también aumenta el doble. Este resultado confirma el siguiente

Ejemplo No. 3. Consideremos nuevamente el circuito de la **figura 4.3**, pero ahora cambiemos la resistencia al doble, es decir 20 ohmios y mantengamos el valor de la fuente en 110 voltios. ¿Qué sucederá con la intensidad? **Figura 4.5**

Solución. Las nuevas magnitudes del circuito son las siguientes:

$$V = 110V$$

$$R = 20\ \Omega$$

$$I = ?A$$

Aplicando la ley de Ohm ($I=V/R$) y reemplazando las letras por sus valores, tenemos:

$$I = \frac{110V}{20\Omega} = 5,5A$$

Por tanto, la nueva corriente a través del circuito es 5,5 amperios. Como conclusión, al aumentar la resistencia al doble, la intensidad disminuye a la mitad. Este resultado confirma el siguiente enun-

Ejemplo No. 4. En el circuito de la **figura 4.6** se tiene como carga una resistencia de 6 ohmios y se ha medido una corriente de 2 amperios. ¿Cuál será el voltaje de la fuente de alimentación?

Solución. En este caso tenemos los siguientes valores:

$$\begin{aligned} I &= 2 \text{ A} \\ R &= 6 \, \Omega \\ V &= ? \text{ V} \end{aligned}$$

Aplicando la ley de Ohm en la forma $V = I \times R$ y reemplazando las letras por sus valores, tenemos:

$$V = 2 \text{ A} \times 6 \, \Omega = 12 \text{ V}$$

Por tanto, la fuente debe tener un voltaje de 12 voltios.

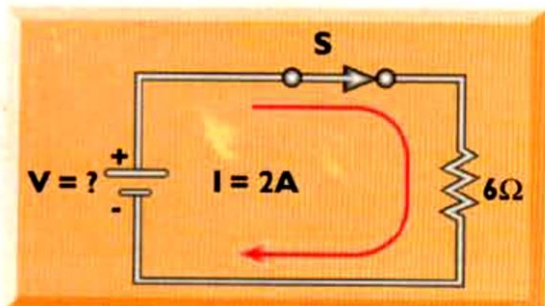


Figura 4.6. Ejemplo No.4

Ejemplo No. 5. En el circuito de la **figura 4.7** se tiene una fuente de alimentación de 24 voltios y se mide una corriente de 3 amperios. ¿Cuál será el valor de la resistencia en ohmios?

Solución. En este caso tenemos los siguientes valores:

$$\begin{aligned} V &= 24 \text{ V} \\ I &= 3 \text{ A} \\ R &= ? \, \Omega \end{aligned}$$

Utilizando la ley de Ohm en la forma $R = V/I$, obtenemos:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 8 \, \Omega$$

Por tanto, el valor de la resistencia es de 8 ohmios.

Problema No. 1. Un equipo eléctrico que tiene una resistencia interna de 8 ohmios se debe conectar a una fuente de 110 voltios. Calcular:

- La corriente que circula por el equipo.
- El calibre mínimo del conductor o cordón eléctrico que se debe utilizar para que el equipo funcione en forma segura.

Solución. El problema nos ofrece los siguientes datos:

$$\begin{aligned} V &= 110 \text{ V} \\ R &= 8 \, \Omega \\ I &= ? \text{ A} \end{aligned}$$

Aplicando la ley de Ohm obtenemos los siguientes resultados:

a.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110 \text{ V}}{8 \, \Omega} = 13,75 \text{ A}$$

Esto es, la corriente que circula por el equipo es de 13,75 amperios.

- Con el valor de corriente obtenido anteriormente, nos apoyamos con la tabla de conductores eléctricos de la página N°17 de la sección de componentes para determinar el calibre mínimo del cable de potencia. Para ello, localicemos en la columna de ampacidad cual es el valor más cercano a 13,75 amperios. Notaremos que este valor es 15

amperios, el cual corresponde, en la columna de calibres, a un conductor número 14. Por tanto, podemos concluir que el cordón de alimentación para el equipo debe ser, como mínimo, de calibre N° 14.

Problema No. 2. Una resistencia de 300 ohmios perteneciente a un receptor de radio es atravesada por una corriente de 40 miliamperios. ¿Qué voltaje existe en los extremos de la resistencia?

Solución. El problema nos ofrece los siguientes datos:

$$I = 40 \text{ mA}$$

$$R = 300 \, \Omega$$

$$V = ? \text{ V}$$

Antes de aplicar la ley de Ohm, es necesario tener las magnitudes en unidades en forma homogénea, es decir expresadas en unidades patrón. Note que la resistencia sí lo está (en ohmios), pero no la corriente, la cual está expresada en un submúltiplo (miliamperios o milésimas de amperio).

Por tanto, debemos convertir los 40 miliamperios en amperios. Para convertir miliamperios en amperios dividimos por 1000 así:

$$\frac{40\text{mA}}{1000} = 0,040\text{A}$$

Ahora sí, aplicando la ley de Ohm, obtenemos:

$$V = I \times R$$

$$V = 0,040\text{A} \times 300\Omega$$

$$V = 12 \text{ voltios}$$