

UNIDAD

1

**ELEMENTOS Y
VARIABLES DE
UN CIRCUITO**

<https://doi.org/10.17163/abyaups.140.1>

1.1

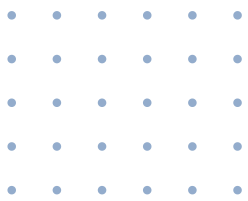
SISTEMA DE UNIDADES

El sistema de unidades es fundamental en la ciencia y la ingeniería, proporcionando un marco coherente y estándar para medir y comunicar información. En esta sección, exploraremos el Sistema Internacional de Unidades (SI) hasta las unidades utilizadas en el estudio de los circuitos eléctricos y en su análisis.

El **Sistema Internacional de Unidades** (SI) es el sistema de medida más usado en el mundo, ya que tiene siete unidades básicas y cada una es definida por su magnitud.

Magnitudes	Unidades básicas	Simbología
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de sustancia	Mol	mol
intensidad luminosa	Energia	J

- Existen otras unidades derivadas que se forman a partir de las unidades básicas. Estas unidades derivadas son usadas para medir diversas magnitudes físicas y son definidas en términos de las unidades básicas. Por ejemplo, tenemos:
 - Área (Superficie): metro cuadrado (m^2)
 - Volumen: metro cúbico (m^3)
 - Velocidad: metro por segundo (m/s)
 - Fuerza: newton (N) o ($kg \cdot m/s^2$)
 - Presión: pascal (Pa) o (N/m^2)
 - Energía, Trabajo o Calor: joule (J) o ($N \cdot m$)
 - Potencia: vatio o watt (W) o (J/s)
 - Diferencia de Potencial Eléctrico o tensión: voltio (V) o (W/A)
 - Carga eléctrica: coulomb (C) o ($A \cdot s$)
 - Resistencia eléctrica: ohmio (Ω) o (V/A)
 - Conductancia eléctrica: siemens (S) o (A/V)



1.1.1 MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

En el Sistema Internacional de Unidades (SI), los múltiplos y submúltiplos se utilizan para expresar cantidades muy grandes o muy pequeñas de una manera más manejable. Se logran utilizando prefijos específicos que representan potencias de diez. A continuación, se presentan los prefijos más comunes para múltiplos y submúltiplos:

- Múltiplos

Nombre	Símbolo	Factor
Peta	P	$\cdot 10^{15}$
Tera	T	$\cdot 10^{12}$
Giga	G	$\cdot 10^9$
Mega	M	$\cdot 10^6$
Kilo	k	$\cdot 10^3$
Hecto	h	$\cdot 10^2$
Deca	da	$\cdot 10^1$

- Submúltiplos

Nombre	Símbolo	Factor
Deci	d	$\cdot 10^{-1}$
Centi	c	$\cdot 10^{-2}$
Mili	m	$\cdot 10^{-3}$
Micro	μ	$\cdot 10^{-6}$
Nano	n	$\cdot 10^{-9}$
Pico	p	$\cdot 10^{-12}$
Femto	f	$\cdot 10^{-15}$

Estos prefijos permiten expresar las unidades en escalas más convenientes como decir que una distancia es de 0.000001 metros, pero se puede decir que es de 1 micrómetro (1 μm) haciéndolo más manejable y claro.

$$0.000001\text{m} = 1 \cdot 10^{-6}\text{m} = 1\mu\text{m}$$

Ejemplos:

- Si tenemos 1000 Kilovatios (1000KW) se puede decir que tenemos 1 Megavatio (1 MW).

$$1000\text{KW} = 1000 \cdot 10^3\text{W} = 1 \cdot 10^3 \cdot 10^3\text{W} = 1 \cdot 10^6\text{W} = 1\text{MW}$$

- Si tenemos 0.03 segundos (0.03s) se puede decir que tenemos 30 milisegundos (30ms).

$$0.03\text{s} = 3 \cdot 10^{-2}\text{s} = 3 \cdot 10^1 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}\text{s} = 30 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}\text{s} = 30 \cdot 10^{-3}\text{s} = 30\text{ms}$$

- Si tenemos 3000 nanómetros (3000nm) se puede decir que tenemos 3 micrómetros (3 μm).

$$3000\text{nm} = 3000 \cdot 10^{-9}\text{m} = 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9}\text{m} = 3 \cdot 10^{-6}\text{m} = 3\mu\text{m}$$

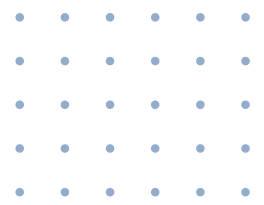
- Si tenemos 0.0123 amperios (0.0123A) se puede decir que tenemos 12.3 miliamperios (12.3mA).

$$0.0123\text{A} = 0.0123\text{A} \cdot 10^0\text{A} = 12.3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^0\text{A} = 12.3 \cdot 10^{-3}\text{A} = 12.3\text{mA}$$

Podemos realizar operaciones con potencias de diez para poder encontrar otras escalas con sus múltiplos o submúltiplos como lo vimos en los ejemplos, pero otra manera más eficiente es usar los factores de conversión o también conocido como conversión de unidades.

1.1.2 CONVERSIÓN DE UNIDADES

Es el proceso de transformar una medida expresada en una unidad a otra unidad diferente, pero de la misma magnitud física. Este proceso se lleva a cabo utilizando factores de conversión, que son relaciones matemáticas que permiten cambiar de una unidad a otra (sería como usar una simple regla de tres). Por ejemplo, es posible convertir entre diferentes escalas utilizando múltiplos o submúltiplos específicos, y también entre distintos sistemas de unidades, es decir, podemos convertir medidas del Sistema Internacional (SI) al sistema imperial o al sistema que nosotros deseemos, por ejemplo, nos permite pasar de metros (m) a pulgadas (in), o de grados Kelvin (K) a grados Fahrenheit (°F) y así.



Recomendaciones para realizar la conversión de unidades:

- **Identifica las unidades de origen y destino:** Determina la unidad en la que se encuentra tu valor y la unidad a la que deseas convertirlo.
- **Verificar la dimensionalidad:** Cuando conviertas entre unidades, asegúrate de que las dimensiones físicas (longitud, masa, tiempo, etc.) sean las mismas en ambas unidades. No conviertas directamente entre unidades que miden diferentes cosas.
- **Busca el factor de conversión:** Es aquel que relaciona las dos unidades. Por ejemplo, para convertir metros a centímetros la relación es 1 metro = 100 centímetros, después planteamos la división $1\text{m}/100\text{cm}$ o $100\text{cm}/1\text{m}$ el orden va de acuerdo como deseamos aplicar la cancelación de unidades.
- **Multiplica o divide:** Según como ordenemos el factor de conversión, multiplica o divide con el valor inicial, pues para saber qué operación usar se debe comprobar con cual de estas se realiza correctamente la cancelación de unidades.
- **Verificar si se canceló las unidades:** Asegúrate de que las unidades se cancelen correctamente, dejando solo la unidad deseada.
- **Utiliza herramientas si es necesario:** Para conversiones más complejas, puedes utilizar calculadoras o herramientas en línea que te ayuden a realizar la conversión.

Entonces, si queremos pasar de 10 metros a centímetros:

$$1 \text{ metro} = 100 \text{ centímetros} \xrightarrow{\text{Factor de conversión}} \frac{100 \text{ centímetros}}{1 \text{ metro}}$$

Multiplicamos para cancelar las unidades y que solo quede la que buscamos

$$10 \text{ metros} \cdot \frac{100 \text{ centímetros}}{1 \text{ metro}} = 1000 \text{ centímetros}$$

Ejemplos:

- Convertir 0.00531 amperios (A) a microamperios (μA)

$$\begin{array}{l} \text{Amperios (A)} \rightarrow \text{microamperios } (\mu A) \\ 1 \mu A = 1 \cdot 10^{-6} A = 0.000001 A \rightarrow \frac{1 \mu A}{0.000001 A} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 0.00531 \cancel{A} \cdot \frac{1 \mu A}{0.000001 \cancel{A}} = 5310 \mu A \end{array} \right.$$

- Convertir 12000000 vatio-segundo ($W \cdot s$) a Kilovatio-hora ($KW \cdot h$)

$$\begin{array}{l} \text{Vatios (W)} \rightarrow \text{Kilovatios (KW)} \\ \text{segundos (s)} \rightarrow \text{horas (h)} \\ 1 KW = 1 \cdot 10^3 W = 1000 W \rightarrow \frac{1 KW}{1000 W} \\ 1 h = 60 min \rightarrow \frac{1 h}{60 min} \\ 1 min = 60 s \rightarrow \frac{1 min}{60 s} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 12000000 \cancel{W} \cdot \cancel{s} \cdot \frac{1 KW}{1000 \cancel{W}} \cdot \frac{1 h}{60 \cancel{min}} \cdot \frac{1 \cancel{min}}{60 s} = 3.33 KW \cdot h \end{array} \right.$$

1.1.3 UNIDADES PARA EL ESTUDIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Las unidades fundamentales en el estudio de circuitos eléctricos son esenciales para comprender el funcionamiento de componentes y sistemas, y para realizar cálculos precisos. Estas unidades básicas incluyen:

Magnitud	Unidad	Simbología
Tensión	Voltios	V
Intensidad de corriente eléctrica	Amperios	A
Resistencia	Omhos	Ω
Potencia	Vatios ó Watts	W
Carga eléctrica	Culombios	C
Capacitancia	Faradios	F
Inductancia	Henrios	H
Frecuencia	Hertz	Hz



Cada una de estas unidades, junto con sus respectivas magnitudes, serán estudiadas más adelante a lo largo de este libro, abordando su significado, los contextos en los que se utilizan y la teoría que las respalda, pues esto será clave para el estudio de esta materia.

EJERCICIOS

Los ejercicios se centrarán en las unidades que se utilizarán en el estudio de los circuitos eléctricos, con el objetivo de familiarizarnos con las magnitudes y unidades correspondientes.

1. Convierte las siguientes magnitudes a sus correspondientes unidades con su prefijo.

- Convierte 2500 mA (miliamperios) a amperios (A).
- Convierte 0.003 kV (kilovoltios) a voltios (V).
- Convierte 0.00075 F (faradios) a microfaradios (μ F).
- Convierte 450000 μ H (microhenrios) a milihenrios (mH).
- Convierte 12000 Ω (ohmios) a kiloohmios (k Ω).
- Convierte 2.5 MHz (megahercios) a kilohertz (kHz).
- Convierte 1000 pF (picofaradios) a nanofaradios (nF).
- Convierte 0.02 MC (megacoulombios) a coulombios (C).
- Convierte 75 mV (milivoltios) a microvoltios (μ V).
- Convierte 500000 mC (milicoulombios) a coulombios (C).



2. Aplica la conversión de unidades para transformar las siguientes magnitudes.

- Convierte 3600 julios (J) a voltios-amperios-hora (VAh), dado que 1 julio (J) = 1 voltio-amperio-segundo (VAs).
- Convierte 2500 coulomb (C) a amperios-hora (Ah), dado que 1 Coulomb (C) = 1 Amperio-segundo (As).
- Convierte 2 amperios (A) a coulomb/milisegundo (C/ms), dado que 1 amperio (A) = 1 coulomb/segundo (C/s).
- Convierte 1500 Joules (J) a vatios por hora (Wh), dado que 1 vatio (W) = 3600 Joules/hora (J/h).
- Convierte 0.0002 hercios (Hz) a ciclos por minuto (cpm), dado que 1 Hertz (Hz) = 60 ciclos / minuto (cpm).
- Convierte 50 megahercios (MHz) a radianes/segundo (rad/s), dado que 1 Hertz (Hz) = 2π radianes/segundo (rad/s).



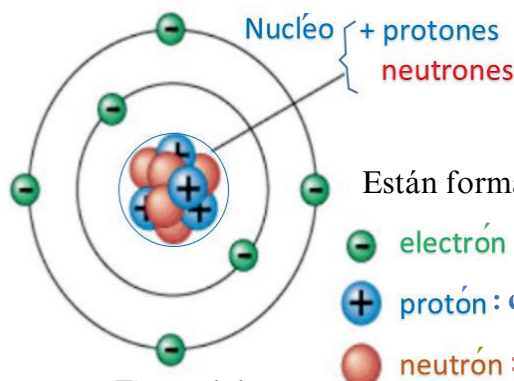
1.2

CARGA Y CORRIENTE

En esta sección, exploraremos la teoría detrás de la carga eléctrica y su papel en la generación de corriente eléctrica. Para comprender las cargas eléctricas y la cantidad de electricidad en un cuerpo, es fundamental analizar la estructura de la materia.

El átomo es la unidad más pequeña de un elemento.

Las órbitas donde están los electrones de la Figura 1.1 se interpretan como los niveles de energía.



Están formados por:

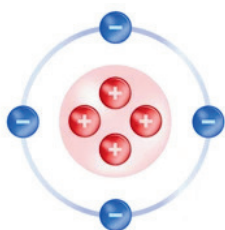
- electrón : cargados negativamente
- protón : cargados positivamente
- neutrón : sin carga

Figura 1.1

[Estructura del átomo]

1.2.1 CARGA ELÉCTRICA

- El átomo comúnmente tiene el mismo número de electrones y protones (Figura 1.2), lo que resulta en una carga neta de cero, pues ni los electrones y protones predominan en cantidad por lo que las cargas positivas y negativas de estas se cancelan mutuamente.



Átomo neutral

N° de electrones = N° de protones

Figura 1.2 [Modelo básico del átomo]

- Sin embargo, cuando un átomo pierde o gana un electrón se llamaría ion como vemos en la Figura 1.3 porque consigue una carga positiva o negativa, respectivamente.

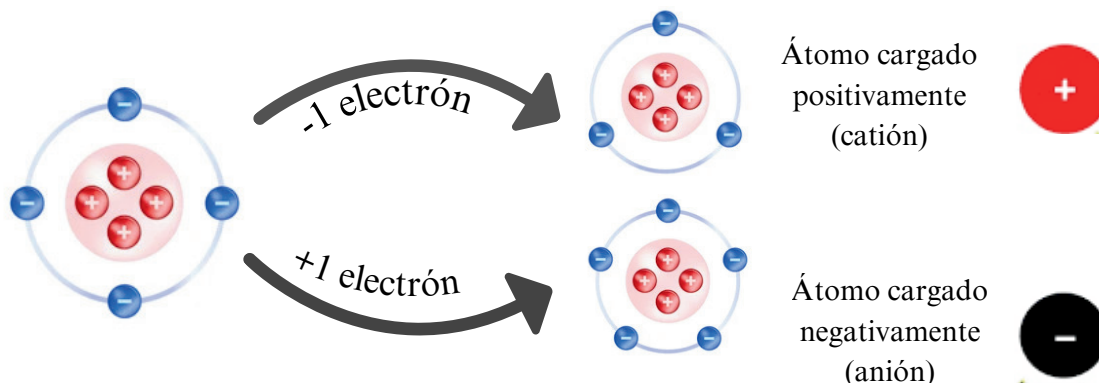
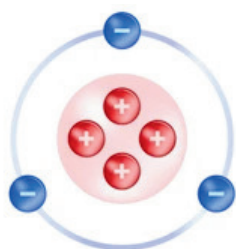


Figura 1.3 [Ionización de un átomo]

- La pérdida de un electrón da lugar a un ion positivo (catión) y este estará cargado positivamente porque hay mas protones que neutrones como vemos en la Figura 1.4.



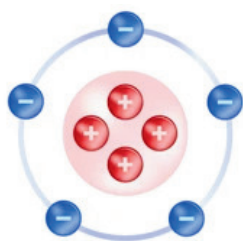
Catión



$N^{\circ} \text{ de electrones} < N^{\circ} \text{ de protones}$

Figura 1.4 [Ejemplo del Catión]

- La ganancia de un electrón resultará en un ion negativo (anión) y este estará cargado negativamente porque hay más neutrones que protones como vemos en la Figura 1.5.



Anión



$N^{\circ} \text{ de electrones} > N^{\circ} \text{ de protones}$

Figura 1.5 [Ejemplo del Anión]



Interacción entre las cargas

Al estudiar las cargas eléctricas, entendemos que hay fuerzas de atracción y repulsión, por lo tanto, si un átomo está cargado negativamente (anión) este buscará atraer protones y repeler electrones, mientras si está cargado positivamente (catión) atraerá electrones y va repeler protones. Por lo tanto, debe haber el espacio donde estas se interactúan y los efectos de ellos.

- Atracción: Solo cuando son iones de diferente carga como vemos en la Figura 1.6.

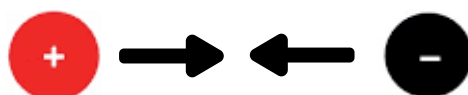
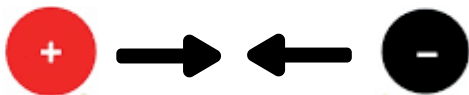


Figura 1.6 [Atracción entre dos cargas]

- Repulsión: Sucede en los iones de la misma carga como vemos en la Figura 1.7.



Figura 1.7 [Repulsión entre dos cargas]

Como ven la interacción entre las cargas es muy parecida a los imanes, ya que comparten las mismas propiedades y con el tiempo abriendo una nueva rama como el electromagnetismo.

Ley de Coulomb

Las fuerzas de atracción y repulsión se puede medir. La “Ley de Coulomb” habla que la intensidad de la fuerza con la cual dos cargas eléctricas puntuales se atraen o repelen, es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Dando la fórmula:

$$F = \frac{K \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

F = Fuerza (Newtons [N])

Q = Cargas (Coulomb [C])

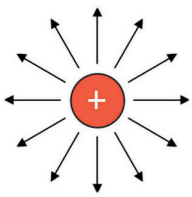
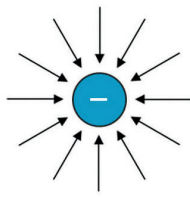
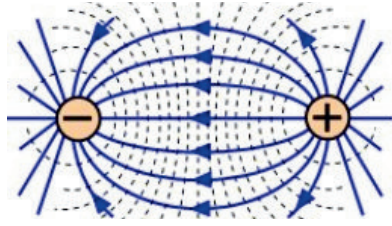
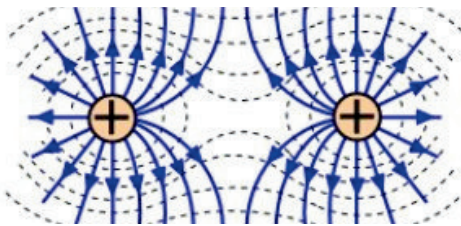
r = m (metros [m])

K= Constante de Coulomb = $10 \cdot 10^9$ [Nm²/C²]

Como dato curioso esta ley es muy parecida a la ley de la gravitación universal.

El campo eléctrico

Propuesto por Faraday que enuncia que el campo eléctrico es una propiedad del espacio mediante la cual “se propaga” la interacción entre las cargas.

 <i>Figura 1.8</i> [Carga positiva]	 <i>Figura 1.9</i> [Carga negativa]	Campo creado por una sola carga puntual, pues las líneas del campo son radiales ya sea de una carga positiva (Figura 1.8) o de una carga negativa (Figura 1.9).
 <i>Figura 1.10</i> [Campo eléctrico donde dos cargas se atraen]		Campo creado por dos cargas puntuales iguales del mismo signo (+)(+) o (-)(-) como vemos en la Figura 1.10.
 <i>Figura 1.11</i> [Campo eléctrico donde dos cargas se repelen]		Campo creado por dos cargas puntuales iguales del diferente signo (+)(-) o (-)(+) como vemos en la Figura 1.11.

1.2.2 CORRIENTE

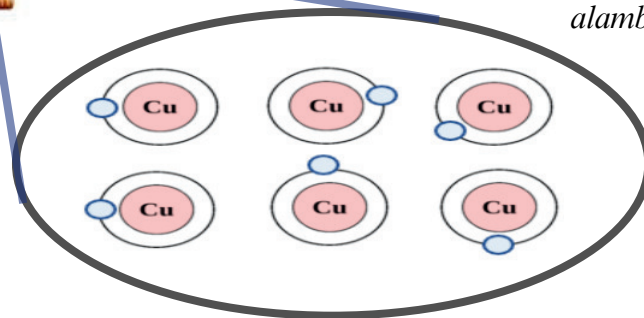
La corriente eléctrica es el flujo de cargas eléctricas en un material, es decir, es el movimiento de partículas cargadas, como electrones o iones

Para entender este concepto tendremos que pensar en un hilo de un material que conduce electricidad (conductor) y el cual está formado por una gran cantidad de átomos con un electrón en su última órbita (órbita de valencia), tomaremos el cobre para la explicación:



Figura 1.12
[Vista atómica del alambre de cobre]

Cada uno de sus átomos se encuentra con carga neutra, además el cable está formado por el enlace metálico del cobre, como vemos en la Figura 1.12.



La corriente requiere el flujo de partículas cargadas (Figura 1.14), por lo tanto, debe haber una diferencia de cargas para que exista atracción entre ellas (Figura 1.13).

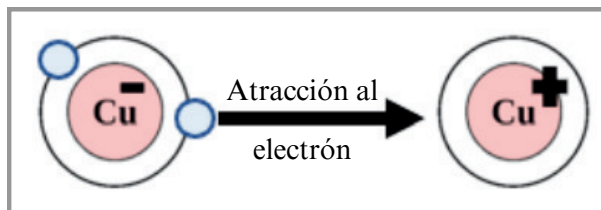


Figura 1.13 [Atracción de un electrón]

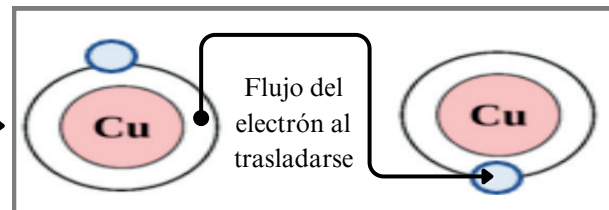


Figura 1.14 [Flujo del electrón]

Para mantener esa diferencia de cargas debe haber un alternador o batería, ya que generan un flujo de electrones cuando los átomos de cobre atraen partículas cargadas hacia su última órbita y este intercambio continuo de electrones se llama Electricidad (Figura 1.15).

Flujo de electrones mediante el intercambio continuo

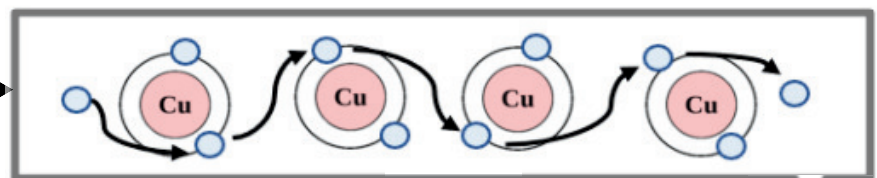


Figura 1.15
[Flujo de electrones en un conductor]

¡GENIAL! Tenemos corriente eléctrica porque los electrones se desplazan por la atracción de las cargas (Figura 1.16) hasta que todos los átomos alcanzan una carga neutra (cuando la batería se agota).

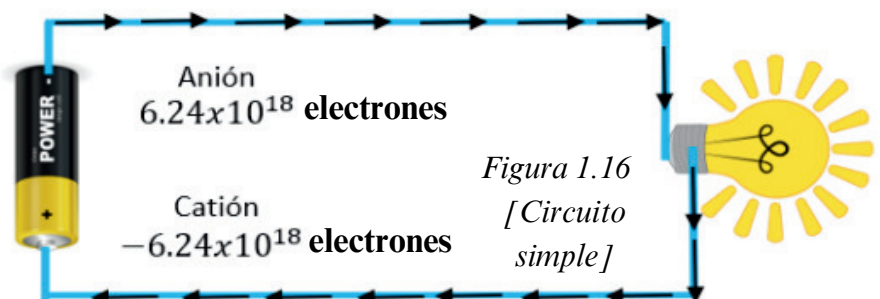
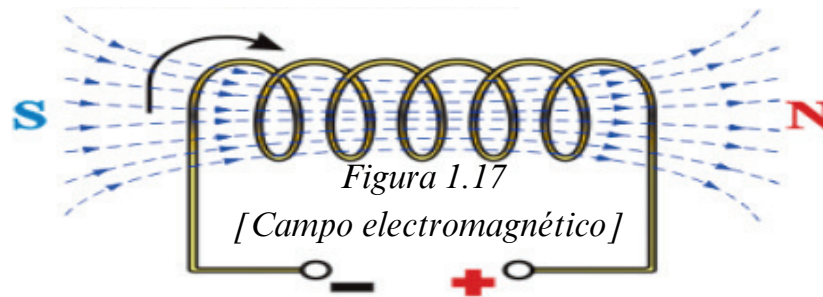


Figura 1.16
[Circuito simple]

El flujo de los electrones a través del alambre de cobre creará un campo magnético como vemos en la Figura 1.17 por la atracción de las cargas y al enrollar un cable para hacer una bobina se podrá amplificar la presencia del campo magnético.



Una buena analogía para entender mejor la corriente eléctrica es como el flujo de agua a través de una tubería, pero en lugar de agua, lo que se mueve son las cargas eléctricas.

La intensidad de corriente eléctrica

Una vez comprendida qué es una corriente debemos entender qué es una magnitud que se puede medir, representándola como la “Intensidad de corriente eléctrica” o “Amperaje”.

La intensidad es la cantidad de electrones que atraviesan un medio durante cierto tiempo y su unidad de medida es el Amperio [A]

Es decir, mediremos la cantidad de electrones que circulan por un componente. Dado que hay una enorme cantidad de electrones, no es práctico contarlos individualmente. En lugar de ello, usamos la unidad de coulombios (equivale a $6.25 \cdot 10^{18}$ electrones) para cuantificar el flujo de carga eléctrica de manera más sencilla. Sin embargo, es necesario conocer el tiempo (s) que ha tardado en pasar una cantidad determinada de coulombios (C). *Para calcular la intensidad de corriente o el amperaje, se determina la cantidad de electrones que han pasado en un segundo (1 s), lo que equivale a un amperio (A).*

$$I = \frac{Q}{t}$$

I= Intensidad de corriente eléctrica (Amperios [A])

Q = Número de Coulombs (Coulomb [C])

t = tiempo (segundos [s])

Mediante manipulaciones algebraicas, es posible determinar las otras dos cantidades:

$$t = \frac{Q}{I}$$

$$Q = I \cdot t$$

Ejemplos:

- Si una carga de 12 coulombios (C) pasa a través de un conductor en 4 segundos (s), ¿cuál es la intensidad de la corriente?

Datos:

$$\left. \begin{array}{l} Q=12\text{ C} \\ t=4\text{ s} \end{array} \right\} I = \frac{Q}{t} = \frac{12\text{ C}}{4\text{ s}} = \boxed{3\text{ A}}$$

- Un dispositivo tiene una capacidad de almacenar 2000 coulombios (C) de carga. Si la corriente que lo carga es de 8 amperios (A), ¿cuánto tiempo se tarda en cargar completamente el dispositivo?

Datos:

$$\left. \begin{array}{l} Q=2000\text{ C} \\ I=8\text{ A} \end{array} \right\} t = \frac{Q}{I} = \frac{2000\text{ C}}{8\text{ A}} = \boxed{250\text{ s}}$$

- Una batería suministra corriente a un dispositivo que requiere 5 amperios (A) durante 8 minutos. Calcula la carga total en coulombios que se transfiere a través del dispositivo. Luego, si la corriente se reduce a 3 amperios (A) y el tiempo se incrementa a 12 minutos, ¿cuál es la nueva carga total en coulombios?

Datos 1:

$$I=5\text{ A}$$

$$t=8\text{ min}$$

Realizamos las conversiones:

minutos (*min*) → segundos (*s*)

$$1\text{ min} = 60\text{ s} \rightarrow \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}}$$

$$8\text{ min} \cdot \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} = 480\text{ s}$$

$$Q = I \cdot t = 5 \cdot 480 = \boxed{2400\text{ C}}$$

Datos 2:

$$I=3\text{ A}$$

$$t=12\text{ min}$$

Realizamos las conversiones:

minutos (*min*) → segundos (*s*)

$$1\text{ min} = 60\text{ s} \rightarrow \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}}$$

$$12\text{ min} \cdot \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} = 720\text{ s}$$

$$Q = I \cdot t = 3 \cdot 720 = \boxed{2160\text{ C}}$$

- Una pila especial suministra una corriente que varía dependiendo del tiempo ¿Cuál sería la carga total entregada considerando un período de 900 segundos, si la corriente se mantiene en 8 amperios durante la mitad del tiempo y 6 amperios durante la otra mitad?

Datos:

$$I_1 = 8\text{ A}$$

$$t_1 = \frac{900}{2}\text{ s} = 450\text{ s}$$

$$I_2 = 6\text{ A}$$

$$t_2 = \frac{900}{2}\text{ s} = 450\text{ s}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1 = I_1 \cdot t_1 = 8 \cdot 450 = 3600\text{ C} \\ Q_2 = I_2 \cdot t_2 = 6 \cdot 450 = 2700\text{ C} \\ Q_t = Q_1 + Q_2 = 3600\text{ C} + 2700\text{ C} = \boxed{6300\text{ C}} \end{array} \right.$$

La carga suministrada en 900s es 6300C

EJERCICIOS

- Una lámpara tiene una corriente de 2 amperios (A) y está encendida durante 10 minutos. ¿Cuánta carga eléctrica pasa a través de la lámpara durante ese tiempo?
- Un teléfono móvil está cargando con una corriente de 1.5 amperios (A) durante 2 horas. ¿Cuánta carga eléctrica se transfiere al teléfono durante ese tiempo?
- Un dispositivo eléctrico opera con una corriente de 3.5 amperios (A) durante 15 minutos y 30 segundos. ¿Cuál es la carga total que pasa a través del dispositivo durante ese tiempo?
- Un calentador eléctrico opera con una corriente de 6 amperios (A) durante 25 minutos y 15 segundos. ¿Cuál es la carga total que pasa a través del calentador durante ese tiempo?
- Un motor eléctrico tiene una corriente de 4.5 amperios (A) y opera durante 45 minutos. Luego, el motor se apaga durante 20 minutos y vuelve a encenderse con una corriente de 3 amperios (A) durante 10 minutos. ¿Cuál es la carga total transferida durante el período de operación?
- Un sistema de carga de baterías utiliza una corriente variable. Durante la primera hora, la corriente es de 2 amperios (A). En la siguiente hora, la corriente aumenta a 4 amperios (A) y se mantiene así durante 45 minutos. Finalmente, en el último período de 30 minutos, la corriente es de 6 amperios (A). ¿Cuál es la carga total transferida a las baterías durante el período de 2 horas y 15 minutos?

1.3 TENSIÓN, POTENCIA Y ENERGÍA

En esta sección, exploraremos tres conceptos clave: tensión, potencia y energía. Estos términos no solo son fundamentales para comprender cómo fluye la electricidad, sino que también son esenciales para aplicaciones prácticas, desde el diseño de circuitos hasta la gestión del consumo de energía. Al profundizar en estos temas, descubrirás cómo cada uno influye en la eficiencia y funcionalidad de los dispositivos eléctricos que usamos.

1.3.1 TENSIÓN

“Voltaje”, “Tensión” o “Caída de potencial” es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, es decir, es el trabajo necesario para trasladar una carga (electrones) desde un punto a otro.

Recordemos que en la sección 1.2.2 establecimos un ejemplo para que exista corriente eléctrica la cual se trataba de poner un alternador, batería o pila la que nos daría una diferencia entre las cargas y así los electrones se vayan desplazando por la atracción que existe, pero ¿Cómo mantenemos esa diferencia de cargas? Pues lo hacemos con la diferencia de potencial eléctrico entre los dos extremos de la pila que usamos de ejemplo:

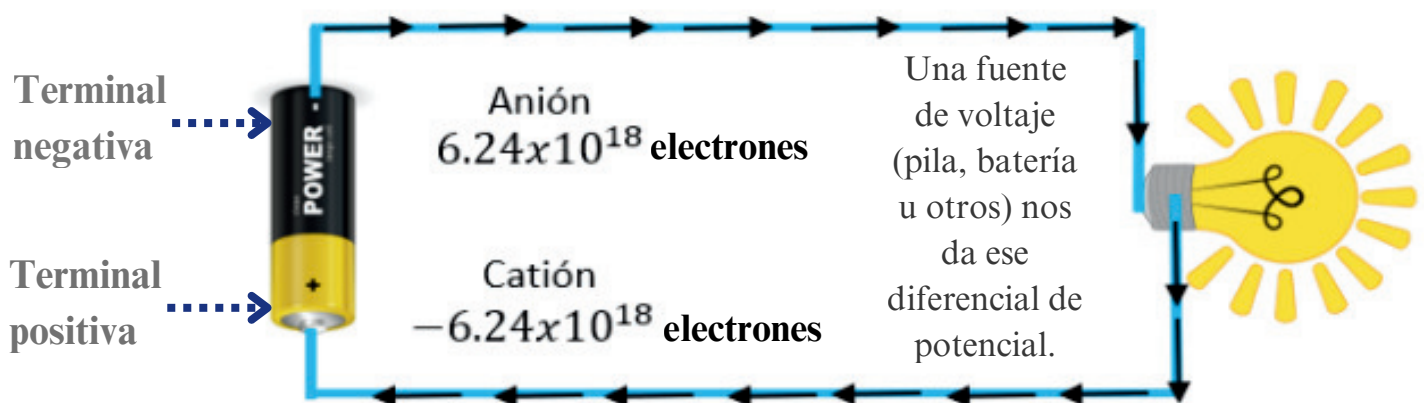


Figura 1.18

[Circuito simple enfocado en el diferencial de potencial]

La reacción química interna de la pila, genera una acumulación de cargas negativas (electrones) en la terminal negativa y cargas positivas (iones) en la terminal positiva. Este proceso crea una diferencia de potencial entre las terminales. Si se conecta un conductor entre ellas, los electrones en la terminal negativa tendrán suficiente energía para superar las colisiones con otras partículas y la repulsión de cargas similares, permitiéndoles moverse hacia la terminal positiva, a la que son atraídos. Ese movimiento (corriente) se dará por la diferencia de potencial establecida por la pila (Figura 1.18).

Entendiendo este ejemplo, podríamos decir que la tensión o voltaje es como la "presión" que empuja a los electrones a moverse a través de un circuito eléctrico, es decir, es la energía que mueve a los electrones. Si mayor es la diferencia de potencial eléctrico, más fuerte es la presión o energía para que los electrones se muevan.

Para un entendimiento más profundo y para relacionarlo con la energía y potencia, podemos decir que es como la altura en la que colocas un objeto en un campo gravitacional. Imagina que tienes una piedra en la cima de una colina (que sería el alto voltaje) y la dejas caer. La energía que tiene la piedra debido a su altura ($E=mgh$ [J]) es similar al voltaje que impulsa a los electrones en un circuito, pues el voltaje sería la energía necesaria para mover una carga (J/C). Cuanto más alto esté el objeto, más energía tiene disponible para moverse cuando cae. De manera similar, cuanto mayor sea la diferencia de potencial, más "presión" o "energía" para que los electrones se muevan.

Una analogía para entender la tensión es verlo como la presión que existe en una tubería

Entonces el voltaje es directamente proporcional a la intensidad o corriente eléctrica, es decir, a mayor voltaje existe más intensidad y menor voltaje hay menor intensidad.

La tensión como una magnitud

La tensión eléctrica, o voltaje, se mide en **voltios [V]**. Se nombra en honor al físico italiano Alessandro Volta y su definición moderna del voltio es que se basa en la relación entre la energía (julios) y la carga (coulombios). Las Figuras 1.19, 1.20 y 1.21 son ejemplos de fuentes de voltaje que establecen una diferencia de potencial.

Batería de 3.7 voltios



Figura 1.19
[Batería de litio]

Batería de 9 voltios



Figura 1.20
[Baterías de carbono]

Batería de 12 voltios



Figura 1.21
[batería de ácido]

El voltaje como la diferencia entre tensiones

“Voltaje” ,“Tensión” o “Caída de potencial” es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, pero podríamos decir que también es la diferencia de las tensiones existentes entre dos puntos o cuerpos.

Suena un poco repetitivo, pero haremos algunos ejercicios o ejemplos para demostrar este concepto y su importancia más adelante en el estudio de circuitos eléctricos.

17 III Tensión, potencia y energía

El voltaje que habrá en dos puntos o cuerpos con tensiones diferentes, como lo vemos en la Figura 1.22 será la diferencia de potencial o en este caso la diferencia entre las dos tensiones que será el voltaje total entregado, *donde los electrones serán empujados desde el punto de mayor potencial (A) hacia el de menor potencial (B)*.

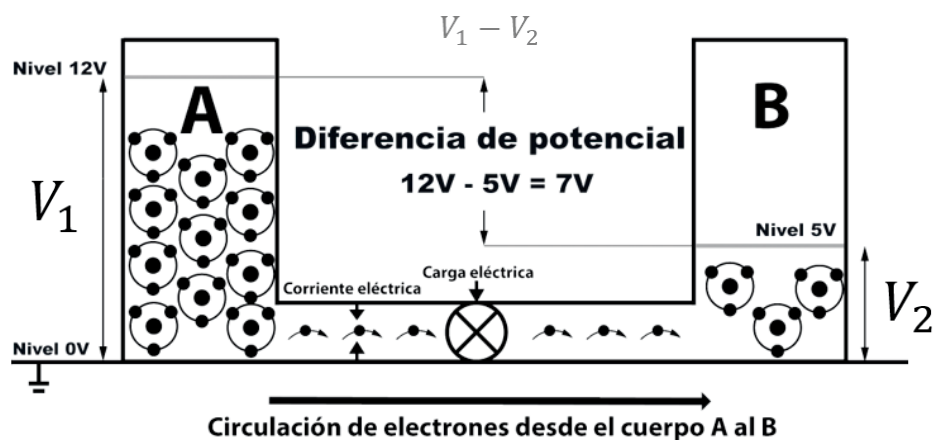


Figura 1.22
[Ilustración del
diferencial de
potencial]

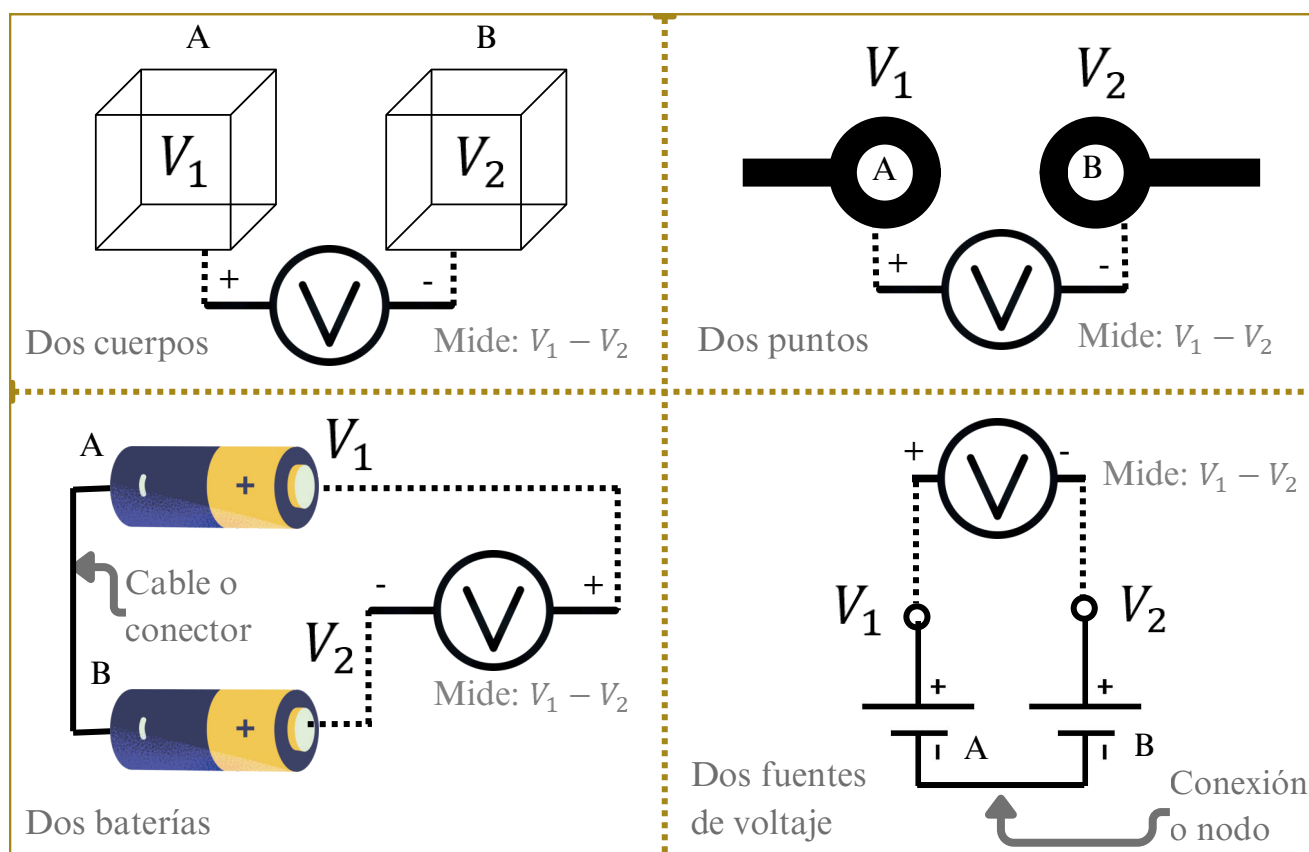
Diferencia de potencial = Diferencia entre dos tensiones = Voltaje resultante

Podemos interpretar esa diferencia que hay entre las tensiones mediante las siguientes gráficas:

Es un voltímetro
y mide tensión
(voltaje)

El voltímetro de las siguientes figuras y ejemplos, medirá la tensión resultante (voltaje resultante) que será la diferencia entre las dos tensiones (si conectamos al revés el voltímetro solo se invertirá el signo del resultado).

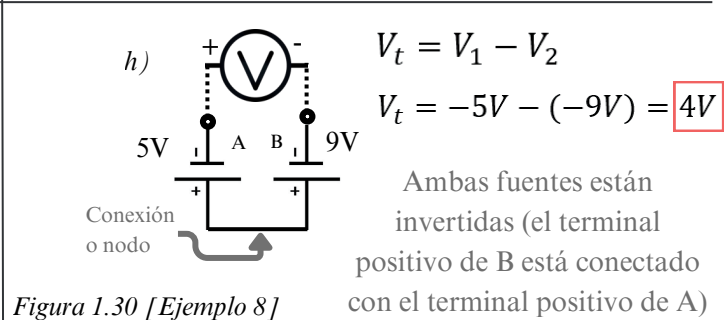
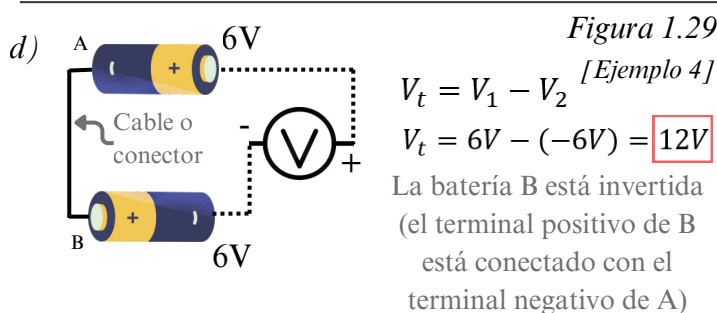
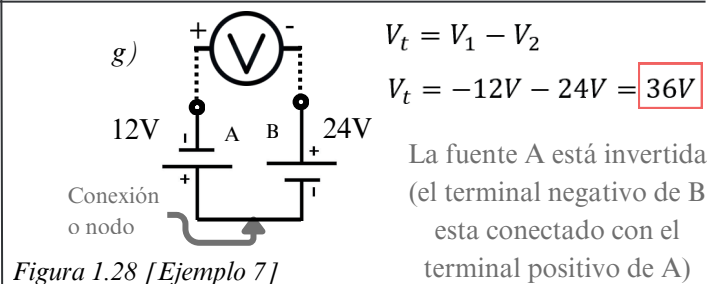
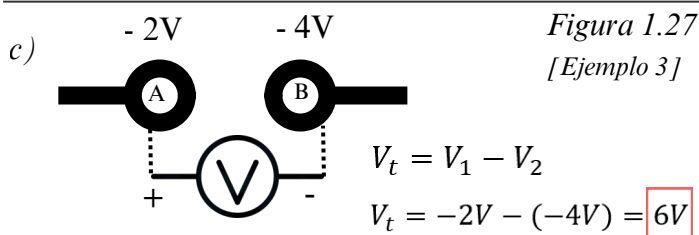
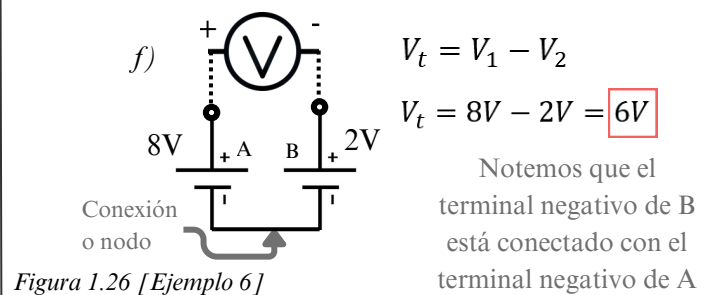
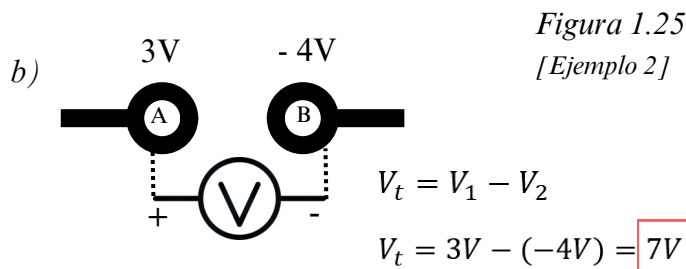
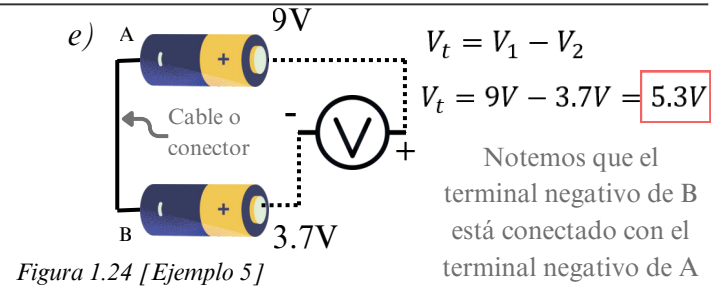
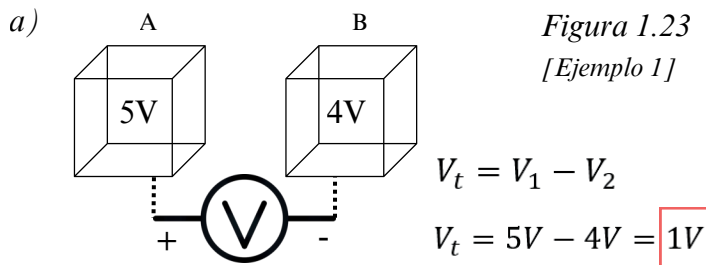
Voltaje resultante = $V_1 - V_2$



Si colocamos una fuente de voltaje, pila o batería al revés, el voltaje se invertirá.

Ejemplos:

- Encontrar la tensión medida por el voltímetro, es decir, buscar la tensión resultante.



Para restar voltajes de dos baterías, pilas o fuentes, sus conexiones, cable o su nodo (conceptos que se verán más adelante) deben unir las terminales del mismo signo, es decir, terminales negativos con negativos o positivos con positivos. Así, el voltaje se resta correctamente.

$$V_t = V_1 - V_2$$

Pero para considerar que un voltaje se invierta y se pueda sumar, se podría decir que sus conexiones, cable o su nodo deben unir las terminales de diferente signo, es decir, el terminal negativo debe estar conectado al terminal positivo o viceversa.

$$V_t = V_1 - (-V_2)$$

$$V_t = V_1 + V_2$$

19 III Tensión, potencia y energía

- Encontrar la tensión medida por el voltímetro de la siguiente serie de fuentes, pilas o baterías

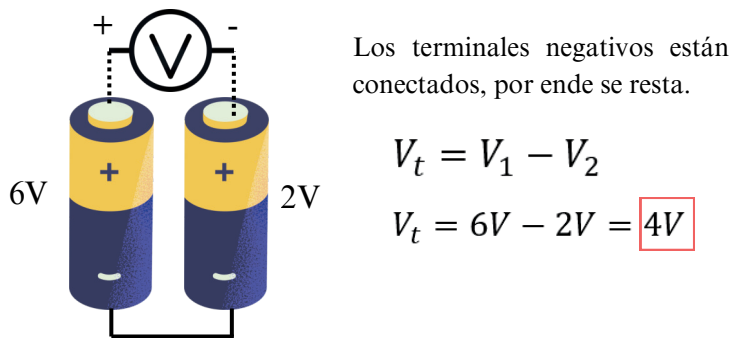


Figura 1.31 [Ejemplo 1]

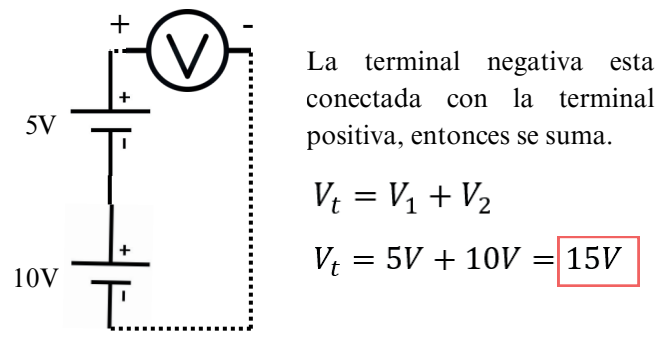


Figura 1.32 [Ejemplo 2]

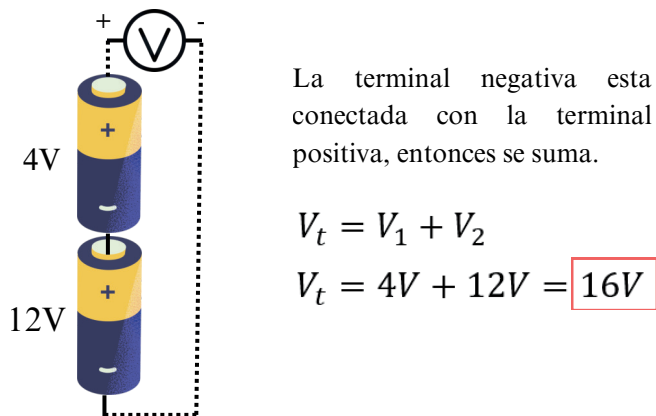


Figura 1.33 [Ejemplo 3]

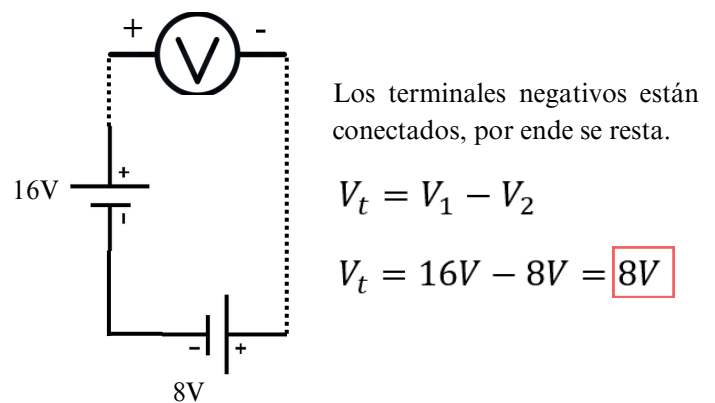


Figura 1.34 [Ejemplo 4]

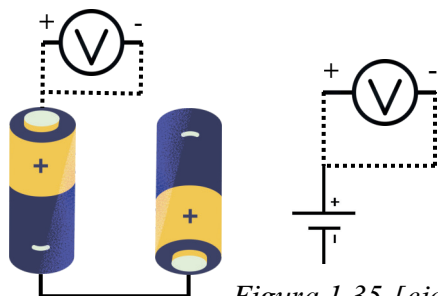
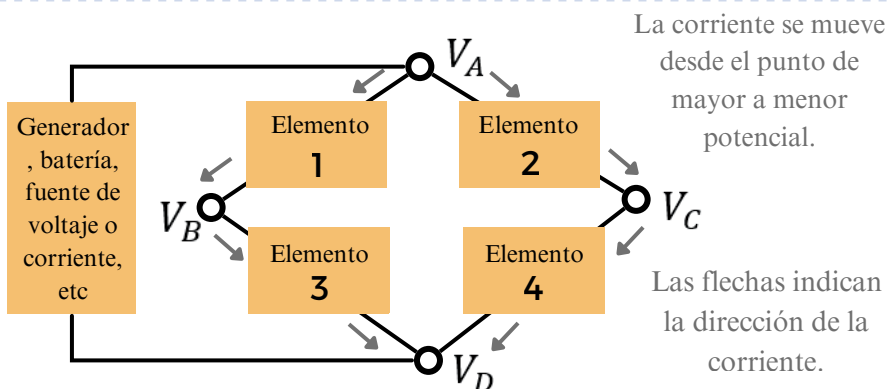


Figura 1.35 [ejemplo 5]

Si tenemos varias fuentes, pilas o baterías, podemos sumar o restar sus voltajes según cómo estén conectadas, realizando este proceso de manera progresiva. Sin embargo, esto puede llevar a errores. Por eso, la forma más efectiva, que estudiaremos es guiándonos de la dirección de la fuente de voltaje. Hemos introducido la interacción entre dos tensiones para aclarar el concepto de **diferencia de potencial, que se expresa como la diferencia o resta entre dos tensiones**. Comprender esto es crucial para analizar nodos usando las leyes de Kirchhoff o entender el comportamiento del voltaje en sistemas trifásicos.



Al buscar el voltaje que tendrá cada elemento, entonces será la diferencia de potencial o de las tensiones en cada una de sus uniones:

$$V_{\text{elemento 1}} = V_A - V_B$$

$$V_{\text{elemento 2}} = V_A - V_C$$

$$V_{\text{elemento 3}} = V_B - V_D$$

$$V_{\text{elemento 4}} = V_C - V_D$$

1.3.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica: la capacidad que tiene la electricidad para hacer un trabajo.

Energía, por definición, es la capacidad para realizar trabajo, es decir, es la forma en que la electricidad puede ser convertida en otras formas de energía, como luz, calor o movimiento mecánico. Se genera cuando los electrones se mueven a través de un conductor debido a una tensión y las cargas son convertidas, por ejemplo:

- **Lámparas y luces:** La energía eléctrica se convierte en luz cuando encendemos una lámpara o una bombilla. Esta energía hace que el filamento en la lámpara emita luz.
- **Electrodomésticos:** Aparatos como refrigeradores, microondas y lavadoras utilizan energía eléctrica para funcionar. Esta energía permite que estos dispositivos realicen sus funciones, como enfriar, calentar o lavar.
- **Motores eléctricos:** Los motores en ventiladores, aspiradoras y automóviles eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica para generar movimiento.

La energía eléctrica como una magnitud

La energía eléctrica se mide en **julios [J]** en el sistema internacional de unidades. Sin embargo, en el contexto de consumo y facturación de electricidad, es común medirla en kilovatios-hora (kWh). Por el momento usaremos los julios para los ejercicios y ejemplos.

Supongamos que tenemos un foco que consume 3 julios (J) de energía eléctrica y que transforma esa cantidad de energía en luz y calor, como vemos en la figura 1.36.

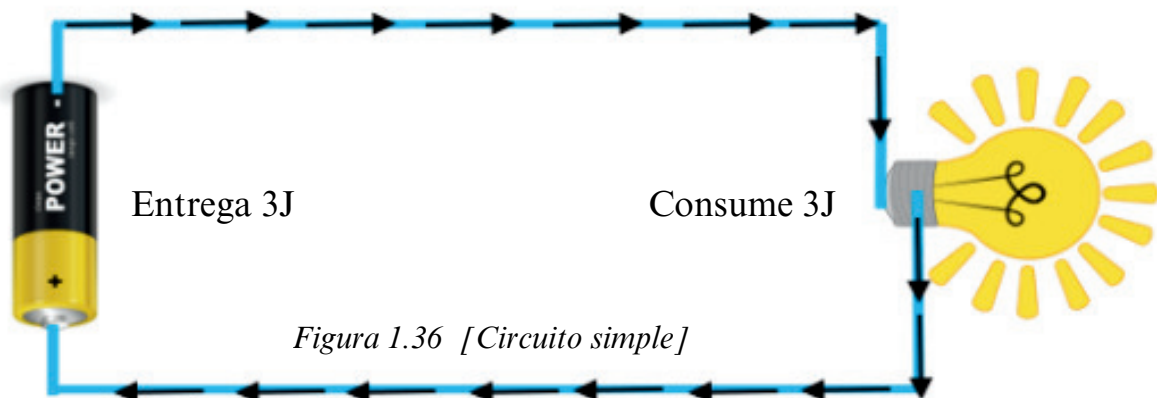


Figura 1.36 [Circuito simple]

La pila proporcionará la tensión necesaria para mover los electrones, y esta corriente se convertirá en energía en forma de luz y calor como lo vemos en la Figura 1.36. Sin embargo, la cantidad de energía eléctrica disponible será la misma que la que requiere el foco (3 julios [J] para este ejemplo). ***Por lo tanto, la energía eléctrica que se suministra depende de las necesidades del dispositivo o sistema que la consume.***

1.3.3 LA RELACIÓN ENTRE TENSIÓN Y ENERGÍA

Lo que vimos en la sección 1.3.1 nos hace entender que la tensión o voltaje es como la "presión" que empuja a los electrones a moverse a través de un circuito eléctrico, es decir, **el voltaje sería la energía necesaria para mover una carga.**

Este concepto guarda una estrecha relación entre tensión, carga y energía, ya que el voltaje corresponde a la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos y la energía representa la cantidad de trabajo. En este caso, se trata de la energía necesaria para mover una carga eléctrica entre dichos puntos con el fin de realizar trabajo, lo que permite llegar a una conclusión.

Como vemos en la Figura 1.37, se presentará una diferencia de potencial de 1 volt (V) entre dos puntos si se intercambia 1 joule (J) de energía al mover 1 coulomb (C) de carga entre los dos puntos.

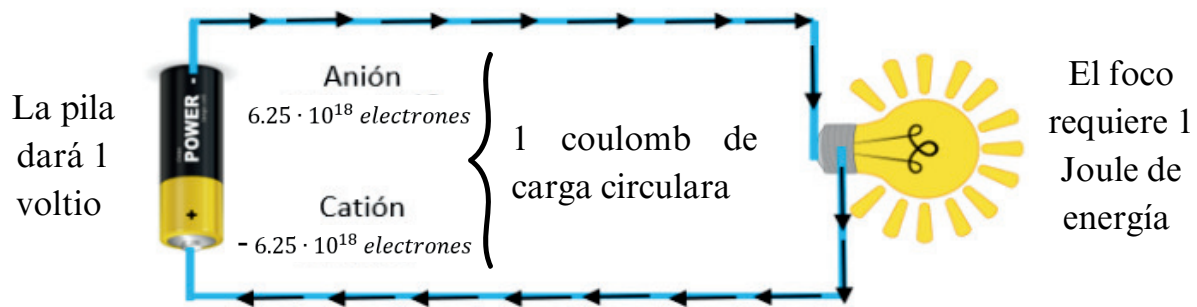


Figura 1.37 [Circuito simple; relación tensión y energía]

Matemáticamente, esto se expresa como:

$$V = \frac{E}{Q}$$

V = Voltaje o tensión (voltio [V])

Q = Número de Coulombs (Coulomb [C])

E = Energía (Julios [J])

Mediante manipulaciones algebraicas, es posible determinar las otras dos cantidades:

$$Q = \frac{E}{V}$$

$$E = V \cdot Q$$

Esto significa que el voltaje es directamente proporcional a la energía y es inversamente proporcional a la carga. Si aumentas la cantidad de energía para mover la misma cantidad de carga, el voltaje también aumenta. Si se requiere más carga para intercambiar la misma energía, el voltaje disminuye.

Ejemplos:

- Si se utilizan 12 joules de energía para mover 3 coulombios de carga entre dos puntos en un circuito, ¿cuál es la diferencia de potencial entre esos dos puntos?

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 12 \text{ J} \\ C = 3 \text{ C} \end{array} \right. \quad V = \frac{E}{Q} = \frac{12 \text{ J}}{3 \text{ C}} = 4 \text{ V}$$

- Se aplica una energía de 30 joules y hay una diferencia de potencial de 10V. ¿Cuál es la cantidad de coulombios que está circulando?

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 10 \text{ V} \\ E = 30 \text{ J} \end{array} \right. \quad Q = \frac{E}{V} = \frac{30 \text{ J}}{10 \text{ V}} = 3 \text{ C}$$

- Un dispositivo electrónico requiere 150 joules de energía para mover 10 coulombios de carga entre dos puntos. Si el voltaje disponible es de 12 voltios, ¿es suficiente para operar el dispositivo? Si no es suficiente, ¿qué voltaje sería necesario?

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 150 \text{ J} \\ C = 10 \text{ C} \end{array} \right. \quad V = \frac{E}{Q} = \frac{150 \text{ J}}{10 \text{ C}} = 15 \text{ V} \rightarrow \text{por lo tanto} \rightarrow 12 \text{ V} < 15 \text{ V}$$

Con 12 voltios no será suficiente, sino se necesita 15V

- Si un conductor con una corriente de 0.2 A que pasa a través de él convierte 40 J de energía eléctrica en calor en 30 s, ¿cuál será la diferencia de potencial a través del conductor?

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} I = 0.2 \text{ A} \\ t = 30 \text{ s} \\ E = 40 \text{ J} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Calculamos los Coulombios con la ecuación dada en la sección 1.2.2} \\ Q = I \cdot t = 0.2 \text{ A} \cdot 30 \text{ s} = 6 \text{ C} \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Calculamos el voltaje} \\ V = \frac{E}{Q} = \frac{40 \text{ J}}{6 \text{ C}} = 6.66 \text{ V} \end{array} \right.$$

- La diferencia de potencial entre dos puntos en un circuito eléctrico es de 24 V. Si 0.4 J de energía se disiparan en un periodo de 5 ms, ¿cuál sería la corriente entre los dos puntos?

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 24 \text{ V} \\ E = 0.4 \text{ J} \\ t = 5 \text{ ms} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Calculamos los Coulombios} \\ Q = \frac{E}{V} = \frac{0.4 \text{ J}}{24 \text{ V}} = 0.016 \text{ C} \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Calculamos la corriente con la ecuación dada en la sección 1.2.2} \\ I = \frac{Q}{t} = \frac{0.016 \text{ C}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 3.33 \text{ A} \end{array} \right.$$

Realizamos las conversiones:

milisegundos (ms) → segundos (s)

$$1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 0.001 \text{ s} \rightarrow \frac{0.001 \text{ s}}{1 \text{ ms}}$$

$$5 \text{ ms} \cdot \frac{0.001 \text{ s}}{1 \text{ ms}} = 0.000005 \text{ s} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

- Una carga se encuentra fluyendo a través de un conductor a un ritmo de 420 C/min. Si 742 J de energía eléctrica se convierten en calor en 30 s, ¿cuál es la caída de potencial a través del conductor?

Datos:

$$I = 420 \text{ C/min}$$

$$E = 742 \text{ J}$$

$$t = 30 \text{ s}$$

Realizamos las conversiones:

minutos (min) → segundos (s)

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \rightarrow \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$420 \frac{\text{C}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 7 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 7 \text{ A}$$

Calculamos los coulombios con la ecuación dada en la sección 1.2.2

$$Q = I \cdot t = 7 \text{ A} \cdot 30 \text{ s} = 210 \text{ C}$$



Calculamos el voltaje

$$V = \frac{E}{Q} = \frac{742 \text{ J}}{210 \text{ C}} = 3.53 \text{ V}$$

EJERCICIOS

- Una batería de 9 V suministra energía a un pequeño dispositivo electrónico. Si se transfieren 45 coulombios de carga, ¿cuánta energía en julios se ha entregado al dispositivo?
- Se aplican 150 joules de energía para mover 25 coulombios de carga entre dos puntos de un circuito. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre estos puntos?
- En un experimento, un voltaje de 12 V se aplica a través de dos puntos en un conductor, y se observa que 240 joules de energía son utilizados para mover la carga en un periodo determinado. Sin embargo, debido a pérdidas de energía, solo el 80 % de la carga inicial llega al segundo punto. ¿Qué cantidad de carga inicial se movió a través del conductor y la cantidad de carga final que logró al segundo punto?



1.3.4 LA POTENCIA ELÉCTRICA

Es una medida de cuánta energía eléctrica se está usando o transfiriendo en un momento dado. En palabras más simples, es la "cantidad de trabajo" que la electricidad está haciendo en un dispositivo o sistema en un intervalo de tiempo.

Lo que nos quiere decir este concepto es que la potencia es una medida de cuánta energía se utiliza o genera por unidad de tiempo, normalmente por segundo. Es una tasa, por lo que se expresa en watts o vatios [W], donde *1 watt o vatio equivale a 1 joule de energía consumida o generada por segundo.*



Foco de 100 W

Por ejemplo, un foco con una potencia de 100 watts o vatios consumirá 100 joules de energía en un segundo, pero si funciona durante 10 segundos, consumirá 1000 joules en total. Así que mientras la potencia no cambia con el tiempo, la energía total consumida sí lo hace.

Llegando a la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{E}{t}$$

P= Potencia eléctrica (vatio o watts [W])

E = Energía (Julios [J])

t= tiempo (segundo[s])

Mediante manipulaciones algebraicas, es posible determinar las otras dos cantidades:

$$t = \frac{E}{P}$$

$$E = P \cdot t$$

La potencia nos ayuda a tener un valor fijo de consumo que no varía con el tiempo, pero la energía sí varía con el tiempo conforme va consumiendo energía eléctrica. Por eso *la energía hay como medirla con Joules [J] o Vatios-segundo [Ws]*, de ahí porque la empresa eléctrica o nuestra planilla de luz nos viene en formato KWh para saber cuanta energía consumimos.

Estas ecuaciones nos permite trabajar con la potencia, energía y tiempo, pero existe una ecuación más que es de suma importancia y es parte fundamental para el estudio de circuitos eléctricos, pues a partir de esta nacen otras fórmulas que se usan para la resolución de ejercicios en circuitos de corriente continua o alterna (conceptos que se verán más adelante).

Recordemos que la energía, también es expresada como $E = V \cdot Q$ que vimos en la sección 1.3.3, entonces reemplazamos E en la ecuación de la potencia eléctrica.

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow P = \frac{V \cdot Q}{t}$$

Realizamos algunas manipulaciones algebraicas:

$$P = V \cdot \frac{Q}{t}$$

Entonces notemos que la potencia es igual al voltaje multiplicado a la carga dividiendo al tiempo, pero este concepto lo vimos en la sección 1.2.2 $I = \frac{Q}{t}$, donde la carga y el tiempo nos expresa qué es la intensidad.

$$P = V \cdot \frac{Q}{t} \rightarrow P = V \cdot I$$

Llegando a la siguiente ecuación:

$$P = V \cdot I$$

W= Potencia eléctrica (vatio o watts [W])

V = Voltaje o tensión (voltios [V])

I = Intensidad de corriente eléctrica (Amperios [A])

Por manipulaciones algebraicas llegamos a otras dos ecuaciones:

$$V = \frac{P}{I}$$

$$I = \frac{P}{V}$$

Ejemplos:

- Imagina que tienes dos bombillas, una de 60 watts y otra de 100 watts ¿Cuál de las dos consume más energía, sabiendo que entre más consume más brillante será? ¿Cuánta energía consumió dentro de 30 segundos?

La bombilla de 100 watts es más brillante porque consume más energía en el mismo tiempo, es decir, tiene mayor potencia eléctrica. Es como si estuvieras llenando dos cubos de agua: uno se llena más rápido porque tiene un grifo más grande. De manera similar, la bombilla de 100 watts convierte más energía eléctrica en luz (y algo de calor) cada segundo en comparación con la bombilla de 60 watts.



Foco de 100 W



Foco de 60 W

¿Cuánta energía consumió dentro de 30 segundos?

$$E_{\text{Bombilla 1}} = P_{\text{Bombilla 1}} \cdot t$$

$$E_{\text{Bombilla 1}} = 100W \cdot 30s$$

$$E_{\text{Bombilla 1}} = 3000 J$$

$$E_{\text{Bombilla 2}} = P_{\text{Bombilla 2}} \cdot t$$

$$E_{\text{Bombilla 2}} = 60W \cdot 30s$$

$$E_{\text{Bombilla 2}} = 1800 J$$

- Un dispositivo eléctrico convierte 300 joules de energía en 10 segundos. ¿Cuál es la potencia de este dispositivo?

Datos:

$$E = 300 J$$

$$t = 10 s$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{300J}{10s} = 30W$$

- Un dispositivo electrónico está diseñado para operar a una potencia constante de 75 W. ¿Cuánta energía en joules consumirá este dispositivo si se deja encendido durante 2 horas?

Datos:

$$P = 75W$$

$$t = 2 \text{ horas}$$

$$\left. \begin{array}{l} P = 75W \\ t = 2 \text{ horas} \end{array} \right\} E = P \cdot t = 75W \cdot 7200s = 540000 J$$

Realizamos las conversiones:

horas (h) → segundos (s)

$$1h = 3600s \rightarrow \frac{3600s}{1h}$$

$$2h \cdot \frac{3600s}{1h} = 7200s$$

- Un horno eléctrico funciona a 220 V y consume una corriente de 10 A. Si el horno se utiliza durante 3 horas, ¿Cuánta energía en kilovatios-hora (kWh) habrá consumido?

Datos:

$$\left. \begin{array}{l} V = 220V \\ I = 10A \\ t = 3 \text{ horas} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Calculamos la potencia} \\ P = V \cdot I = 220V \cdot 10A = 2200W \end{array}$$

Calculamos la energía

$$E = P \cdot t = 2200W \cdot 3h = 6600 Wh$$

Expresarlo en KWh

Vatios (W) → Kilovatios (KW)

$$1KW = 1 \cdot 10^3 W = 1000W \rightarrow \frac{1KW}{1000W}$$

$$6600 Wh \cdot \frac{1KW}{1000W} = 6.6KWh$$

La energía no está en Joules porque (J=Ws), ahora estamos trabajando con Wh (Vatio-hora)

- Un calentador eléctrico tiene una potencia de 1800 W y funciona con un voltaje de 120 V. El calentador se utiliza durante 15 minutos y convierte toda la energía en calor. Calcula:

- La corriente que circula por el calentador.
- La energía en joules consumida por el calentador en esos 15 minutos.
- El tiempo en segundos que tarda en consumir 540 000 J de energía.
- La cantidad de coulombios que circulara dentro de 15 minutos.

Datos:

$$\begin{array}{l} P = 1800W \\ V = 120V \\ t = 15min \end{array}$$

Realizamos las conversiones:

minutos (min) → segundos (s)

$$1min = 60s \rightarrow \frac{60s}{1min}$$

$$15min \cdot \frac{60s}{1min} = 900s$$

- La corriente que circula por el calentador.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1800W}{120V} = 15A$$

- La energía en joules consumida por el calentador en esos 15 minutos.

$$E = P \cdot t = 1800W \cdot 900s = 1620000J$$

- El tiempo en segundos que tarda en consumir 540,000 J de energía.

$$t = \frac{E}{P} = \frac{540000J}{1800W} = 300s$$

- La cantidad de Coulombios que circulara dentro de 15 minutos.

$$Q = I \cdot t = 15A \cdot 900s = 13500C$$

- Un dispositivo eléctrico funciona con un voltaje de 12 V y tiene una corriente de 2 A. ¿Cuál es la potencia que consume el dispositivo?

Datos:

$$\left. \begin{array}{l} V = 12V \\ I = 2A \end{array} \right\} P = V \cdot I = 12V \cdot 2A = 24W$$

-
- Un motor eléctrico consume 800 watts de potencia y funciona a un voltaje de 200 V. Si el motor realiza un trabajo de 2400 joules, ¿cuánta corriente está consumiendo el motor y cuánto tiempo tarda en realizar dicho trabajo?

Datos:

$$\left. \begin{array}{l} V = 200V \\ P = 800W \\ E = 2400J \end{array} \right\} \begin{array}{ll} \text{Calculamos la corriente} & \text{Calculamos el tiempo} \\ I = \frac{P}{V} = \frac{800W}{200V} = 4A & t = \frac{E}{P} = \frac{2400J}{800W} = 3s \end{array}$$

EJERCICIOS

- Un motor eléctrico consume 1500 watts de potencia y la corriente que circula por él es de 10 amperios. ¿Cuál es el voltaje necesario para hacer funcionar el motor?
- Un calentador eléctrico transforma 9000 joules de energía en 60 segundos. ¿Cuál es la potencia del calentador?
- Un dispositivo funciona con un voltaje de 50 V y una corriente de 2 A durante 10 segundos. ¿Cuánta energía en joules se ha consumido?
- Un electrodoméstico consume 1200 J de energía y su potencia es de 300 W. Si funciona con un voltaje de 240 V, ¿cuánto tiempo tarda en consumir esa energía y cuál es la corriente que circula por el electrodoméstico?
- Un dispositivo eléctrico convierte 2400 J de energía en 8 segundos, y funciona con un voltaje de 120 V. ¿Cuál es la corriente que pasa por el dispositivo?

1.4

ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS

En esta sección, aprenderemos sobre los elementos pasivos y activos en un circuito que son fundamentales para entender cómo fluye y se controla la electricidad. Comprender la interacción entre estos elementos es clave para diseñar y analizar cualquier sistema eléctrico o electrónico, además para entender mejor los circuitos eléctricos.

1.4.1 ELEMENTOS PASIVOS

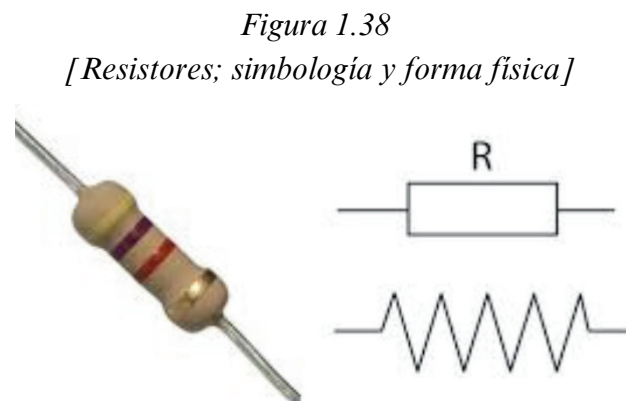
En un circuito son componentes que no generan ni amplifican energía, sino que la absorben, almacenan o disipan (simplemente la consumen o la usan), pues solo responden a la corriente y el voltaje aplicados

No pueden controlar el flujo de corriente de manera activa, es decir, son aquellos que no tienen la capacidad de controlar la corriente por medio de otra señal eléctrica

Ejemplos:

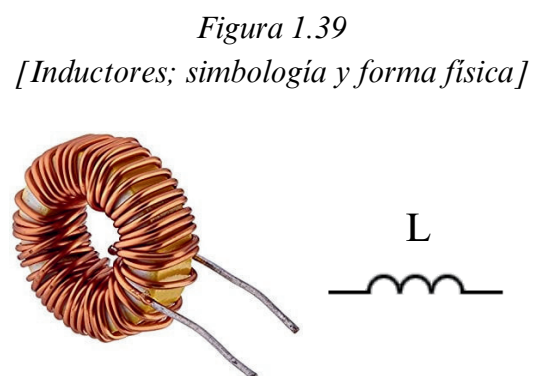
- **Los resistores**

Es un elemento pasivo porque no tiene la capacidad de controlar, amplificar o generar energía en un circuito. Su función principal es limitar el flujo de corriente y disipar la energía en forma de calor.



- **Los inductores o bobinas**

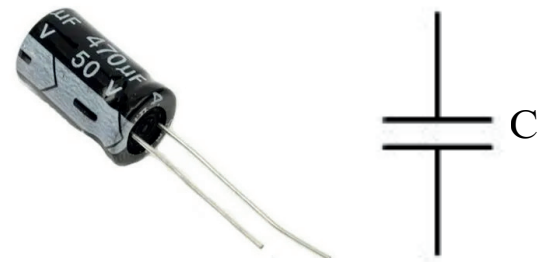
Es un elemento pasivo porque su función principal es almacenar y liberar energía en forma de campo magnético cuando la corriente fluye a través de él. La energía almacenada se libera cuando la corriente cambia y no introduce energía adicional.



• Los capacitores

Su función principal es almacenar y liberar energía en forma de campo eléctrico cuando el capacitor se descarga. No introduce energía adicional al circuito, solo la almacena temporalmente.

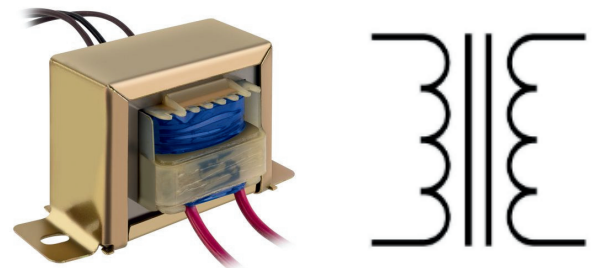
Figura 1.40
[Capacitores; simbología y física]



• Los transformadores

Simplemente transfiere energía entre circuitos sin generar ni amplificar energía. Cambia el voltaje y la corriente a través de inducción magnética, pero no añade energía al sistema y ni controla.

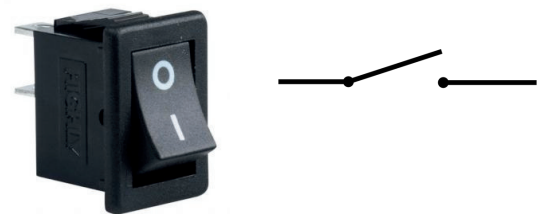
Figura 1.41
[Transformadores; simbología y forma física]



• Los interruptores

Su función principal es permitir o bloquear el paso de la corriente sin alterar su naturaleza o cantidad. Es decir, no amplifica ni modifica la energía.

Figura 1.42
[Interruptores; simbología y forma física]



• Las resistencias variables

Son pasivas porque solo ajustan la resistencia en un circuito sin generar ni amplificar energía, además varían la resistencia en función de cambios en el entorno. Estos pueden ser:

- Potenciómetro
- Reóstato
- Termistor
- Varistor
- LDR (fotoresistencia)

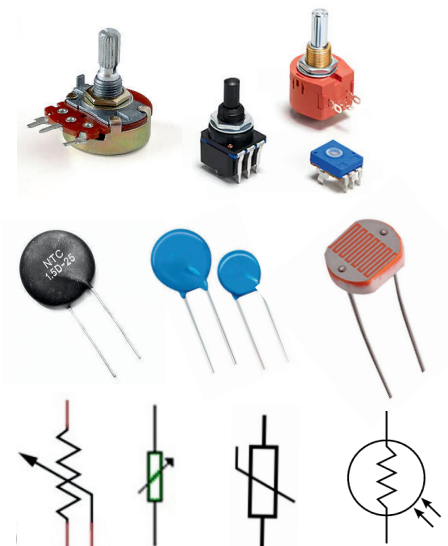


Figura 1.43
[Resistores variables; simbología y forma física]

1.4.2 ELEMENTOS ACTIVOS

Son componentes que pueden suministrar energía eléctrica o controlar el flujo de corriente eléctrica y, en muchos casos, amplificar señales. En palabras cortas, tienen la capacidad de introducir o controlar energía en el circuito.

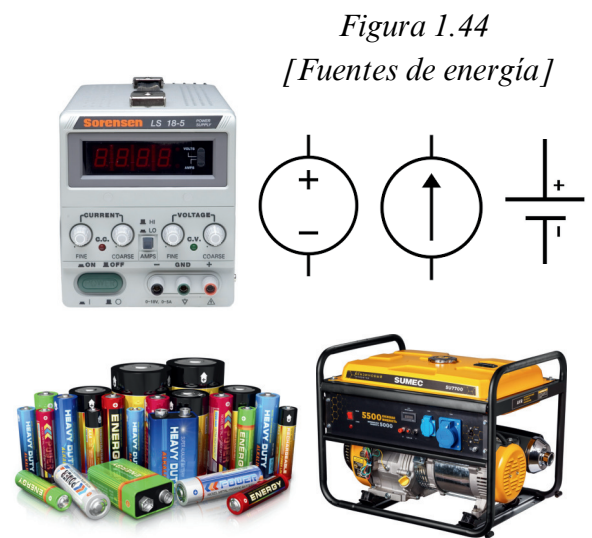
Requieren energía para funcionar, es decir, son aquellos que tienen la capacidad de controlar la corriente por medio de otra señal eléctrica.

Ejemplos:

• Elementos de generación de energía

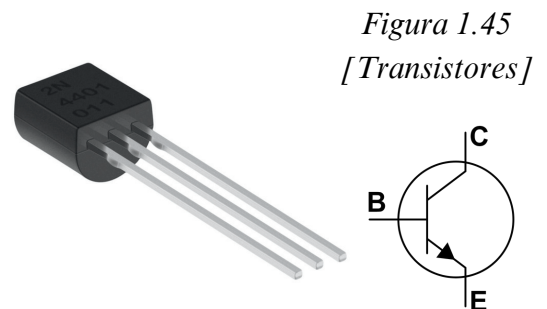
Estos dispositivos suministran energía eléctrica en el circuito, estos pueden ser:

- Fuentes de voltaje o corriente.
- Generadores (eléctricos, térmicos, etc.)
- Baterías
- Pilas
- Alternadores



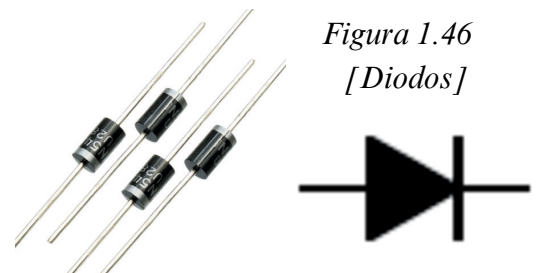
• Los transistores

Pueden controlar y amplificar corrientes eléctricas, permitiendo regular señales, actuar como interruptores y amplificar señales en circuitos.



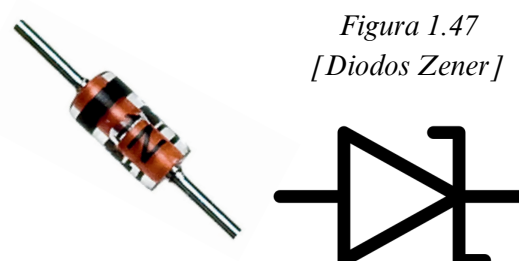
• Los diodos:

Puede controlar el flujo de la corriente y requieren energía para operar, permitiendo regular señales.



• Los diodos Zener:

Puede controlar el flujo de la corriente, regulan el voltaje y requieren energía para funcionar haciéndolo activo.



• Los circuitos integrados

Tienen componentes como transistores y diodos que pueden controlar, procesar y amplificar señales eléctricas dentro de un circuito, estos pueden ser:

- Amplificadores operacionales
- Osciladores electrónicos
- Microcontroladores
- Microprocesadores
- Circuitos de Lógica Digital (AND, OR, y NOT)
- Circuitos de Temporización y Contadores
- Otros (Puente H, Drivers de led o motores, etc.)

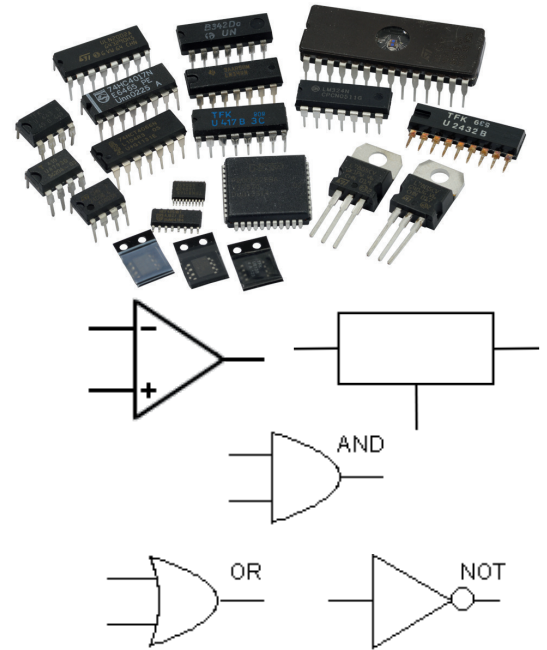


Figura 1.48

[Circuitos Integrados]

• Los LEDs (Diodos Emisores de Luz)

Es un elemento activo porque convierte energía eléctrica en luz, controla el flujo de corriente en el circuito y responde activamente a las señales eléctricas.



Figura 1.49

[Diodos LED]

• Display de varios segmentos y Matriz LED

Convierte señales eléctricas en luz visible, pues está formado por varios LEDs. Necesita una fuente de energía para funcionar y muestra números o caracteres.

- Display de 7 Segmentos
- Display de 14 Segmentos
- Display de 16 Segmentos
- Display de 20 Segmentos
- Display de 24 Segmentos
- Display de 32 Segmentos
- Matriz LED de 5x7
- Matriz LED de 16x16
- Matriz LED RGB
- Otros

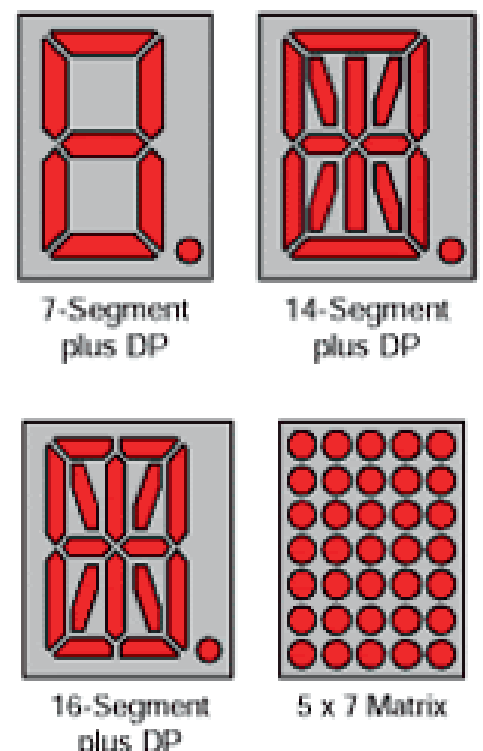


Figura 1.50

[Display's y Matriz de LEDs]

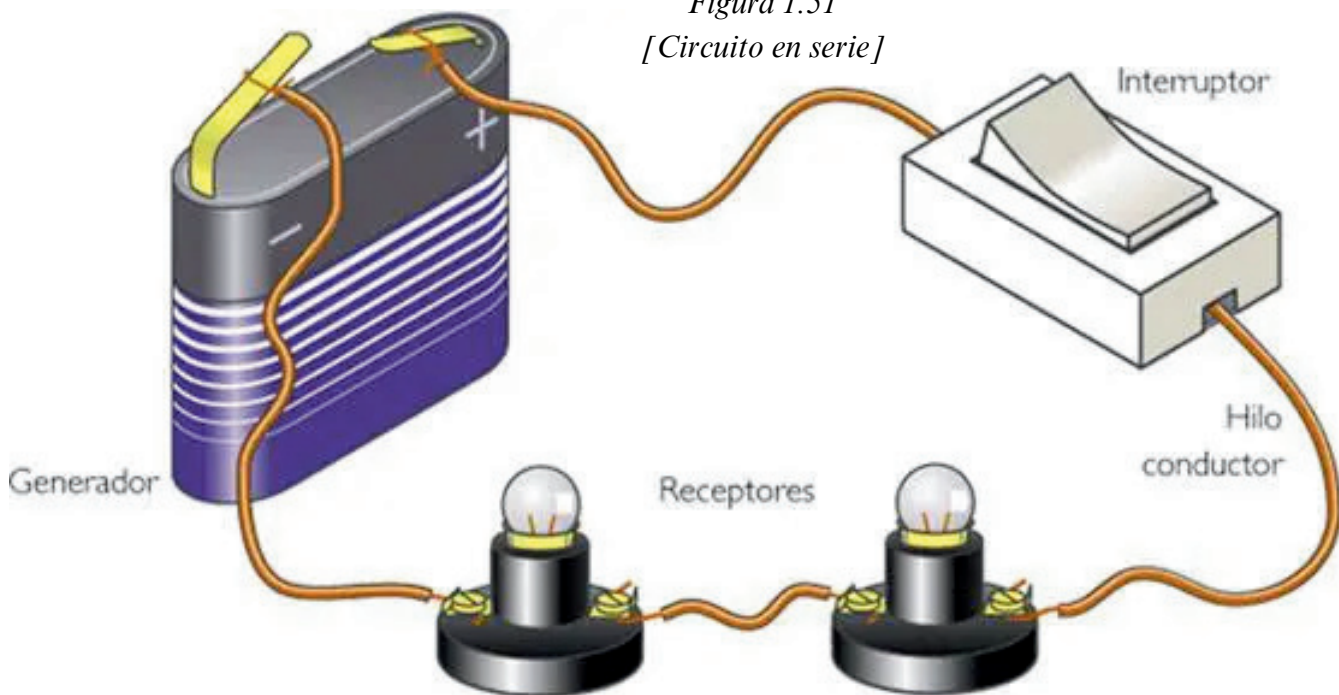
1.5

ESTRUCTURA DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

La estructura de un circuito eléctrico es la disposición organizada de componentes y conexiones que permite la transferencia y utilización de energía eléctrica.

Un circuito simple incluye una fuente de energía que impulsa la corriente, hilos conductores que la dirigen y conectan al resto de elementos y componentes activos o pasivos que hagan funciones específicas, en este caso, el interruptor controla el flujo de la corriente y las bombillas transforman la energía en luz visible como vemos en la Figura 1.51.

Figura 1.51
[Circuito en serie]



Para realizar un circuito eléctrico es fundamental comprender su estructura y, sobre todo, elaborar un esquema que permita identificar cómo se conectan los elementos y qué función cumple cada uno. En este nivel de conocimiento se trabajará con circuitos simples, que no requieren muchos elementos activos. A lo largo de la materia, la complejidad irá aumentando progresivamente conforme avancemos en el aprendizaje y en la comprensión de los métodos de análisis de circuitos

Para esta materia se trabajará con fuentes de energía (voltaje o corriente), elementos pasivos (resistencias, inductores y capacitadores) e instrumentos de medición, además con algunos elementos de control como interruptores. También se estudiará dos tipos de corriente: la continua (DC) y la alterna (AC).

1.5.1 CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA

La corriente eléctrica se puede clasificar en dos tipos principales: corriente alterna (AC) y corriente continua (DC).

CORRIENTE CONTINUA (DC):

El flujo de electrones es unidireccional, es decir, la corriente fluye en una única dirección, desde el polo negativo al positivo.

Las baterías, pilas o fuentes de energía de corriente continua proporcionan este tipo de corriente.

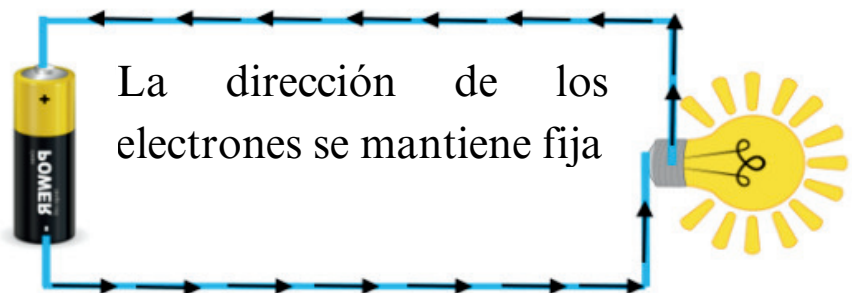
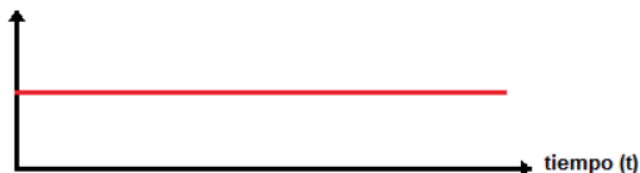


Figura 1.52 [Circuito en CC]

La corriente eléctrica se mantiene con una sola dirección y el voltaje no cambia su polaridad al igual que en la Figura 1.52 (Al menos que exista una interrupción externa), llevándonos al siguiente concepto sobre la corriente continua.

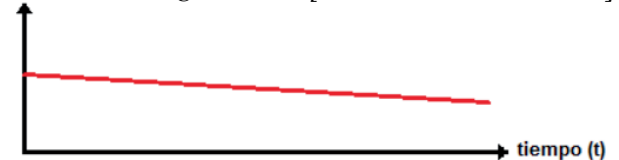
La gráfica de la corriente continua se verá como una línea recta (según sea constante o no, como lo vemos en las Figuras 1.53, 1.54 y 1.55) pero siempre está sobre un solo lado del eje horizontal (puede estar arriba o abajo del eje pero no en los dos) porque siempre circula en la misma dirección.

Corriente (I) Figura 1.53 [Corriente continua ideal]



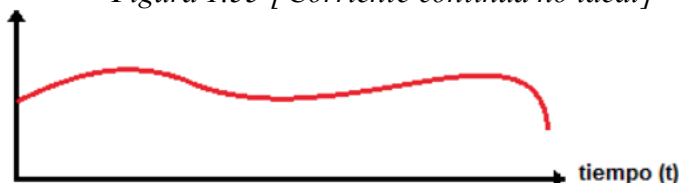
Corriente continua ideal, su valor nunca cambia con el tiempo

Corriente (I) Figura 1.54 [Señal CC decreciente]



Corriente continua que decrece con el tiempo (por ej. descarga de una pila)

Corriente (I) Figura 1.55 [Corriente continua no ideal]



Corriente continua cuyo valor cambia con el tiempo

La corriente continua puede ser afectada también por inductores y capacitadores, pero esto lo veremos más adelante

CORRIENTE ALTERNA (AC):

El flujo de electrones cambia de dirección periódicamente. En otras palabras, la polaridad del voltaje y la dirección de la corriente alternan de manera cíclica.

La red eléctrica que alimenta a los hogares y negocios es corriente alterna. También lo encontramos en los tomacorrientes o en los alternadores.

La corriente circula en esta dirección en un determinado tiempo (Figura 1.56).

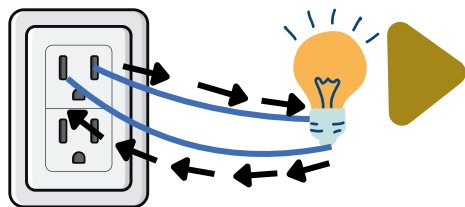


Figura 1.56 [Sentido horario]

Después la corriente cambia la dirección en otro tiempo (Figura 1.57).

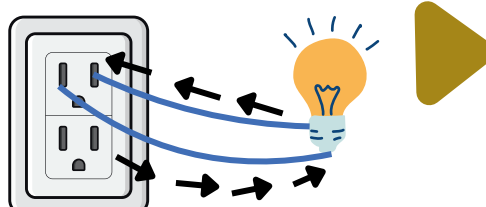


Figura 1.57 [Sentido antihorario]

Vuelve a cambiar la dirección y sigue así, variando con el tiempo (Figura 1.58).

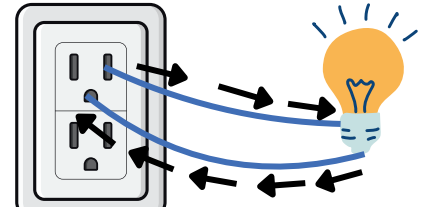


Figura 1.58 [Sentido horario]

La corriente eléctrica cambia frecuentemente la dirección y el voltaje también cambia su polaridad (al menos que exista una interrupción externa), llevándonos al siguiente concepto.

Las gráficas de la corriente alterna cruzan el eje horizontal (como vemos en las Figuras 1.59, 1.60, 1.61 y 1.62), porque cambia su sentido de circulación. Por arriba del eje tiene valores positivos (+) y por debajo valores negativos (-).

Voltaje(V) y corriente(I)

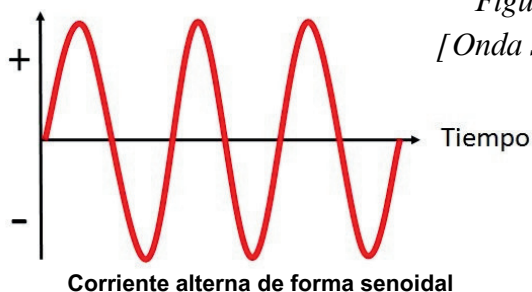


Figura 1.59
[Onda senoidal]

Corriente alterna de forma senoidal

Voltaje(V) y corriente(I)

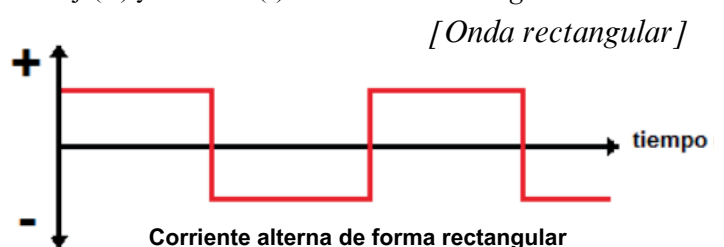


Figura 1.60
[Onda rectangular]

Corriente alterna de forma rectangular

Voltaje(V) y corriente(I)

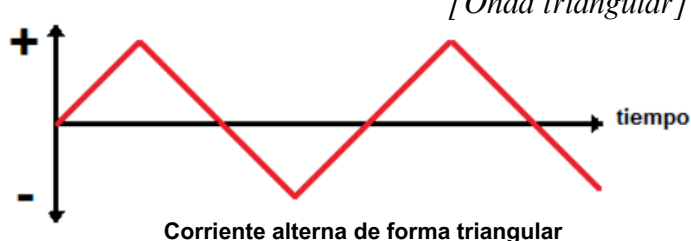


Figura 1.61
[Onda triangular]

Corriente alterna de forma triangular

Voltaje(V) y corriente(I)

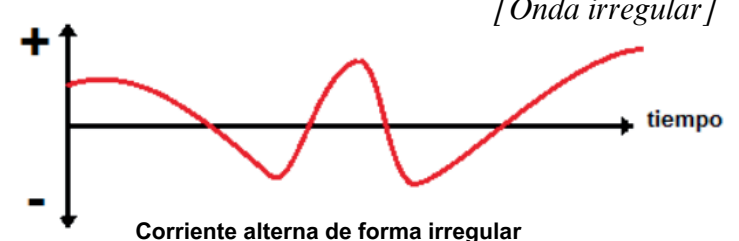


Figura 1.62
[Onda irregular]

Corriente alterna de forma irregular

Este tema particularmente lo estudiaremos más adelante en esta materia.

1.5.2 SIMBOLOGÍA EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Se refiere al conjunto de símbolos estandarizados utilizados para representar los diferentes componentes y elementos de un circuito eléctrico en diagramas o esquemas. Podemos verlo en las Figuras 1.63 y 1.64, siendo un ejemplo de esto. Estos símbolos permiten que los ingenieros, técnicos y estudiantes comprendan y comuniquen de manera clara y precisa el diseño, la estructura y el funcionamiento de un circuito sin necesidad de dibujar los componentes físicos detalladamente.

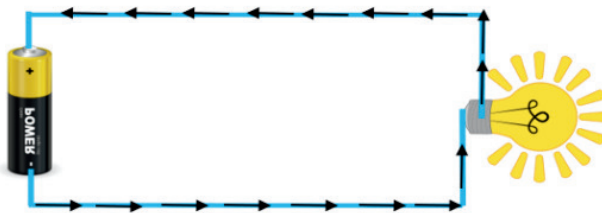


Figura 1.63 [Circuito simple]



Figura 1.64 [Simbología del circuito]

1.5.3 FUENTES DE ENERGÍA

Son fundamentales para el funcionamiento de los circuitos eléctricos, ya que proporcionan la energía necesaria para que los componentes realicen su trabajo, es decir, es el corazón de un circuito porque este suministra la energía para que este mismo funcione. Las fuentes de energía que usaremos en esta materia será **la fuente de voltaje** y **la fuente de corriente**.

FUENTES DE VOLTAJE INDEPENDIENTES

Proporciona una diferencia de potencial eléctrico (voltaje) entre dos puntos en un circuito permitiendo la transferencia de energía y corriente eléctrica. Mantiene los valores del voltaje fijos y solo varía la intensidad eléctrica que proviene de la fuente.

- **Fuentes de voltaje de corriente continua (VDC):** Proporciona un voltaje constante y mantiene siempre la misma polaridad (son constantes dentro en la teoría porque en la realidad varían mínimamente ya sean por factores externos o físicos), generando así un flujo unidireccional de corriente eléctrica.

La simbología de una **fuente de voltaje DC** puede ser cualquiera de los tres

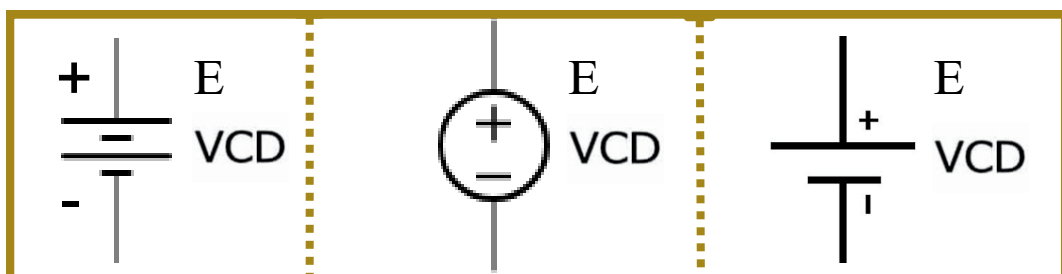


Figura 1.65 [Simbologías de una Fuente de voltaje DC]

- **Fuentes de voltaje de corriente alterna de forma senoidal (VAC):** Proporciona un voltaje que cambia de dirección periódicamente, generando una corriente eléctrica que fluye en ambas direcciones de manera alternada, es decir, oscila entre valores positivos y negativos con respecto a un punto de referencia, como el tiempo.

La simbología de una fuente de voltaje AC es:

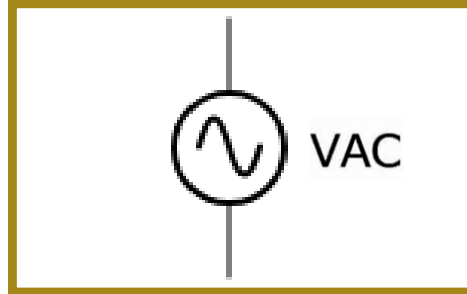


Figura 1.66 [Simbología de la fuente de voltaje AC]

FUENTES DE CORRIENTE INDEPENDIENTES

Suministra una corriente eléctrica en un circuito, independientemente de las variaciones en la carga, pues mantiene los valores de la intensidad eléctrica fija sin importar cuánto conectemos o consuma, en este caso solo podría variar los valores del voltaje de la fuente.

- **Fuente de corriente (DC):** Suministra una intensidad constante de corriente eléctrica en una sola dirección (son constantes dentro en la teoría porque en la realidad varían mínimamente ya sean por factores externos o físicos).

La simbología de una fuente de corriente DC es:

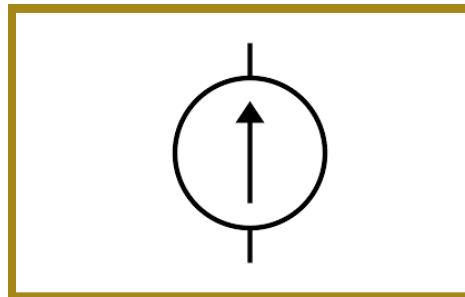


Figura 1.67 [Simbología de la fuente de corriente DC]

- **Fuente de corriente (AC de forma senoidal):** Suministra un flujo de corriente eléctrica que cambia de dirección periódicamente, por ende el voltaje también lo hará.

La simbología de una fuente de corriente AC es:

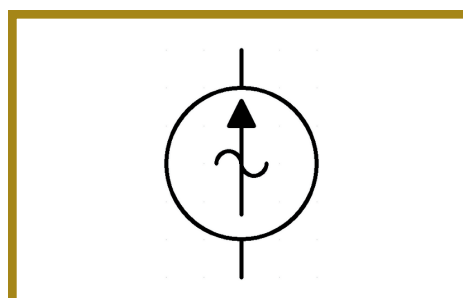


Figura 1.68 [Simbología de la fuente de corriente AC]

1.5.3 LÍNEA DE CONEXIÓN

Representan a los conductores que unen a los diferentes componentes. Cuando se cruzan dos líneas sin un punto de conexión explícito, generalmente se asume que no están conectadas (Figura 1.70). Si están conectadas, se muestra un punto de conexión (**nodo**) para indicar que las líneas están eléctricamente unidas (Figura 1.71). Las líneas indican el camino por el que fluye la corriente y cómo los elementos están conectados en un diagrama.

La simbología de un conductor o cable es:



Figura 1.69 [Simbología de un conductor]

Cruce de líneas sin conexión

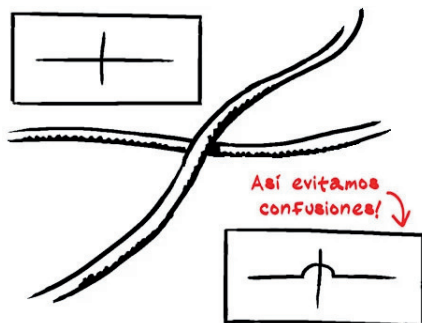
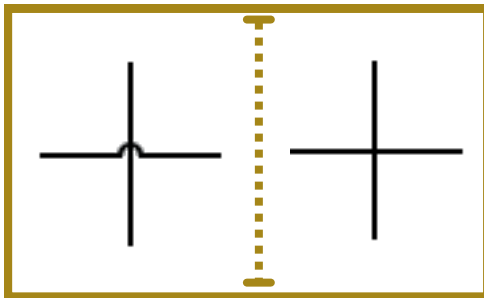


Figura 1.70

[Simbología de cruce de conductor sin conexión]

Cruce de líneas con conexión

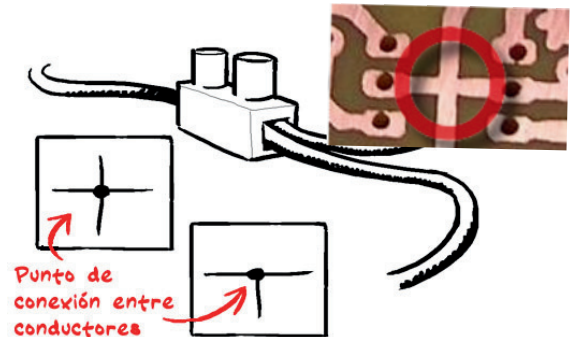
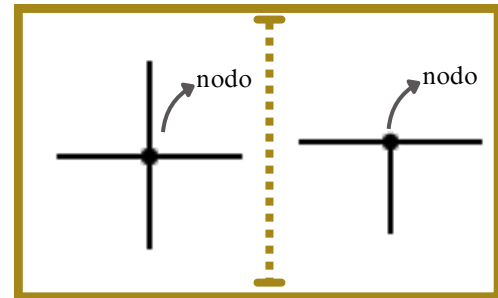


Figura 1.71

[Simbología de cruce de conductor con conexión]

1.5.4 INTERRUPTORES Y PULSADORES

- **Interruptores:** Abren o cierran el circuito, es decir, permiten que la corriente fluya o no.

La simbología de un interruptor es:

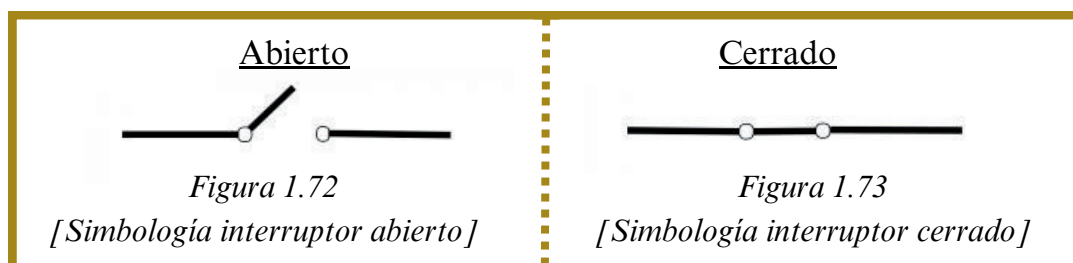


Figura 1.72

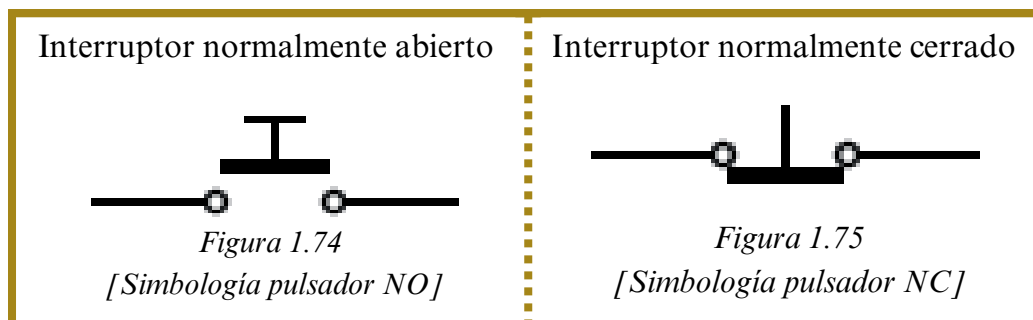
[Simbología interruptor abierto]

Figura 1.73

[Simbología interruptor cerrado]

- **Botones:** Permiten el paso de la corriente (Normalmente abierto [NO]) o bloquea el paso de la corriente (Normalmente cerrado [NC]), mientras se mantienen presionados.

La simbología de un pulsador es:



1.5.5 LA RESISTENCIA ELÉCTRICA

La **resistencia** eléctrica es una propiedad de los materiales que mide la oposición que presentan al paso de la corriente eléctrica, siendo su unidad de medida el ohm (Ω). En otras palabras, determina cuánto esfuerzo debe hacer una fuente de energía, como una batería, para mover los electrones a través de un material. Dándonos tres conceptos nuevos conceptos sobre los materiales.

- **Conductores:** Tiene tiene baja resistencia eléctrica debido a que los electrones están débilmente ligados al núcleo, lo que permite que se desplacen con facilidad bajo un campo eléctrico, podemos verlo en la Figura 1.76 donde la partícula anda libremente..



Figura 1.76 [Analogía para entender un elemento conductor]

- **Aislante:** Tiene alta resistencia eléctrica porque los electrones están fuertemente ligados a los átomos, lo que impide el flujo de corriente al ser que el campo eléctrico no será suficientemente fuerte para desplazarlos, como vemos en la Figura 1.77.



Figura 1.77 [Analogía para entender un elemento aislante]

- **Semiconductor:** Tiene una resistencia moderada que puede variar y controlarse (Figura 1.78), lo que permite ajustar la conducción de corriente en dispositivos electrónicos.



Figura 1.78 [Analogía para entender un elemento semiconductor]

La magnitud de la resistencia eléctrica se mide en ohms, representada por la letra griega omega [Ω] cuantifican la oposición al flujo de corriente eléctrica. A mayor resistencia en ohmios, mayor es la dificultad que tiene la corriente para pasar a través del material.

En esta materia solo nos encontraremos trabajando con conductores que serían las líneas de conducción y para representar la resistencia en un circuito eléctrico lo usaremos como un elemento que vimos en la sección 1.4.1 llamados **resistores**.

1.5.6 EL RESISTOR

Dentro de la teoría usaremos resistores para establecer una resistencia en el circuito porque las líneas de conexión técnicamente no tendrían resistencia eléctrica, pero esto sucede solo en la teoría, ya que en la realidad los cables que usamos o cualquier otro material conductor tendrán una resistencia, aunque insignificante siempre habrá la presencia de esta.

Se denomina resistencia o resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito, adicionalmente a esto, la Figura 1.79 se puede ver algunas resistencias comerciales.



Figura 1.79 [Resistores]

Su funcionamiento se da gracias a que disipa la energía proporcionada por una fuente en forma de calor debido a la denominada ley de Joule, por eso este es un **elemento pasivo**. Un resistor en un circuito que sirve para limitar o regular la cantidad de corriente que fluye a través del circuito y controlar el voltaje en distintos puntos del mismo. En electrodomésticos como planchas, calentadores, y duchas, los resistores se utilizan para generar calor al disipar energía eléctrica (Ley de Joule) permitiendo calentar el agua o la superficie de estos dispositivos.

La magnitud de la resistencia que tiene el resistor se mide en **ohms** [Ω]

La simbología de una resistor o resistencia es:



Figura 1.80 [Simbología de un resistor]

1.5.7 PUNTO DE REFERENCIA

También conocido como "tierra" o "masa," es el punto al que se asigna un potencial eléctrico de cero voltios. Este punto sirve como base de comparación para medir y definir los voltajes en el circuito.

La simbología a un punto de referencia o tierra es:

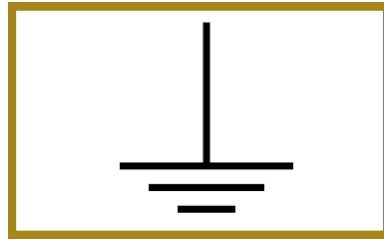


Figura 1.81 [Simbología puesta a tierra]

En un esquema de circuitos eléctrico como el de la Figura 1.82, el punto de referencia se conecta a una línea horizontal en la parte inferior del diagrama como en la figura 1.82 o también puede estar conectada a un lado de la fuente de energía en un circuito DC o al neutro en un circuito AC.

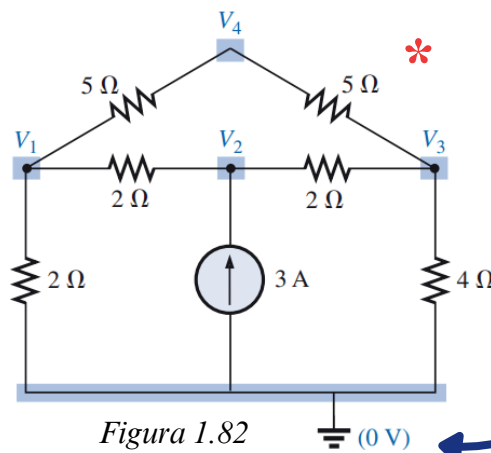


Figura 1.82
[Circuito eléctrico]

Este símbolo establece que ese punto del circuito tiene un potencial eléctrico de 0 voltios. Todos los voltajes indicados en la imagen (como V1, V2, V3, V4, V5) se miden en relación a este punto de referencia.

Punto de referencia

También indica que los puntos conectados a esta "tierra" o "punto de referencia" están al mismo potencial de referencia, usualmente cero voltios como en la Figura 1.83. En ciertas situaciones lo usan para simplificar el esquema eléctrico como se puede observar en la Figura 1.84, entonces **si vemos dos o más símbolos de "tierra" en el circuito significa que son la misma tierra y los elementos conectados a esa tierra estarán conectados entre sí, por ejemplo,**

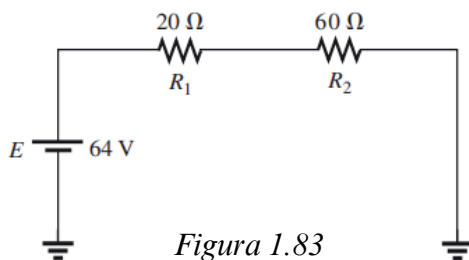


Figura 1.83
[Circuito demostrativo]

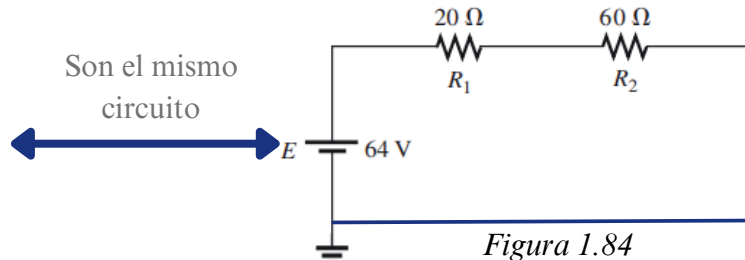
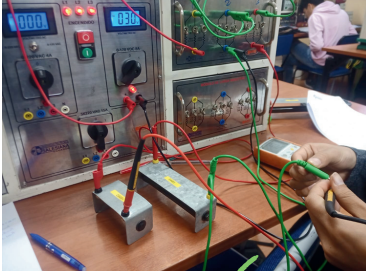
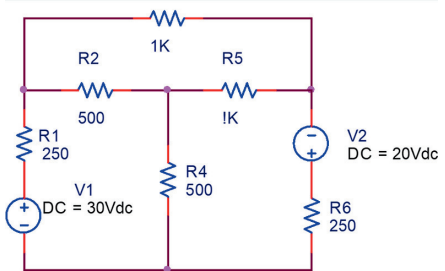


Figura 1.84
[Circuito demostrativo redibujado]

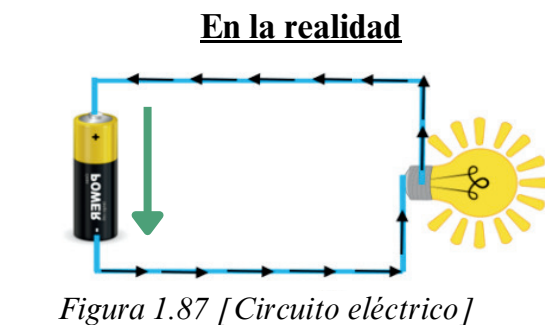
Al retomar las Figuras 1.83 y 1.84, tenemos dos puntos de referencia o tierras, entonces estos dos puntos de referencia serán los mismos y la fuente y resistencia que estaban conectadas a los puntos de referencia se conectarán a uno solo.

1.5.8 CONSIDERACIONES FINALES

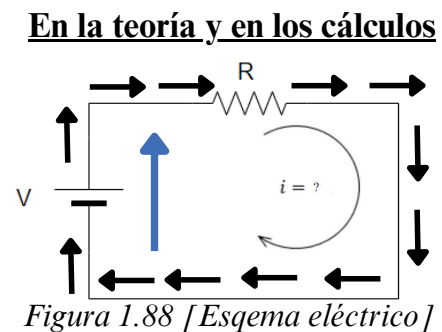
- La simbología y teoría detrás de los capacitadores e inductores se explicarán con más profundidad más adelante junto al uso de la corriente alterna, por lo pronto, comenzaremos con corriente continua, fuentes de energía y resistores.
- Realizamos los cálculos y análisis en la parte esquemática del circuito (Figura 1.86), pues nos facilita en el análisis de mallas o nodos y el uso de las leyes de Kirchhoff, mientras que las mediciones se realizarán en la parte práctica en los laboratorios (Figura 1.85).

Parte práctica	Parte esquemática
	
Mediciones  Cálculos y análisis 	Mediciones  Cálculos y análisis 
Figura 1.85 [Conexion electrica]	Figura 1.86 [Esquema electrico]

- Usaremos la dirección de la corriente que se emplea en la teoría (Figura 1.88) y NO usaremos la dirección real que siguen los electrones (Figura 1.87):



La dirección de los electrones va del negativo a positivo de la fuente, (dirección de una flecha que atraviesa primero el polo positivo hasta el negativo de la fuente)



La dirección de la corriente va del positivo al negativo de la fuente, (dirección de una flecha que atraviesa primero el polo negativo hasta el positivo de la fuente)

Usamos la dirección de la corriente establecida en la teoría, ya que simplifica los cálculos, facilita la aplicación de las leyes de Kirchhoff, y es fundamental para el análisis de nodos. Además, los instrumentos de medición están diseñados para interpretar esta dirección como la correcta.