

1 Introducción a la electricidad



Vamos a conocer...

1. Generación y consumo de electricidad
2. Estructura atómica y carga eléctrica
3. Resistencia
4. Ley de Coulomb y campo eléctrico
5. Tensión: fuerza electromotriz y caída de tensión
6. Intensidad de corriente
7. El circuito eléctrico
8. Ley de Ohm
9. Potencia y energía
10. Corriente continua y corriente alterna (CC-CA)
11. Unidades

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Comprobación y detección de la existencia de tensiones

PRÁCTICA PROFESIONAL PROPUESTA 1

Montaje de circuito básico

PRÁCTICA PROFESIONAL PROPUESTA 2

Tensión continua y alterna

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás las principales formas de generar electricidad y los fundamentos básicos de la corriente eléctrica.
- Identificarás las magnitudes eléctricas fundamentales y sabrás cómo medir cada una de ellas en un circuito básico.
- Calcularás el valor de las diferentes magnitudes eléctricas mediante las leyes que las relacionan.
- Conocerás las diferencias entre corriente continua y corriente alterna y sabrás cómo identificar, medir y describir cada una de ellas.

1. Generación y consumo de electricidad

La energía eléctrica se obtiene a partir de otro tipo de energía (calor, luz, movimiento, etc.). Los dispositivos que son capaces de hacer esa transformación en energía eléctrica reciben el nombre de **generadores**.



Figura 1.1. Casi toda la energía eléctrica que consumimos se produce en las centrales eléctricas.

Hay, básicamente, tres formas de generar energía eléctrica:

- A partir de **reacciones químicas** (pilas y baterías).
- Mediante la **energía solar fotovoltaica**, basada en la propiedad que tienen ciertos semiconductores de producir energía al incidirles luz.
- Convirtiendo en energía eléctrica el movimiento de un fluido (agua, vapor de agua, aire).

Esta última es la que se usa en la mayoría de centrales, llevándose a cabo la conversión de energía en los **alternadores**.

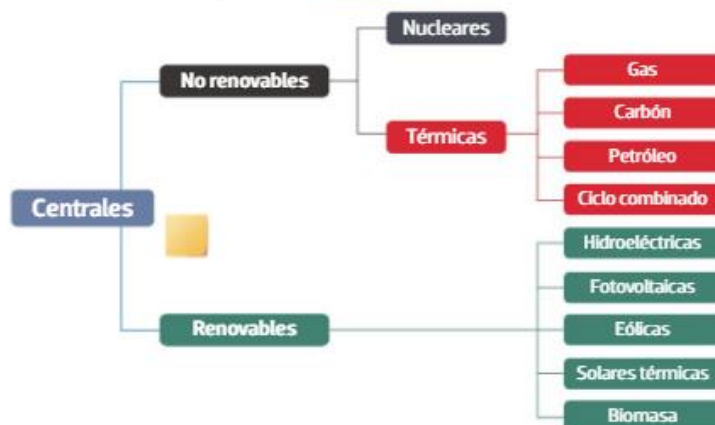


Figura 1.2. Tipos de centrales eléctricas.

Cuando consumimos electricidad lo que hacemos es volver a convertir la energía eléctrica en otro tipo de energía (calor, luz, movimiento, sonido, etc.) que necesitamos. Los dispositivos que consumen energía eléctrica se llaman **receptores eléctricos** o **cargas**. Son los electrodomésticos, las lámparas, los motores eléctricos, las máquinas, los equipos informáticos, etc.

Actividades

1. Enumera algunos tipos de generadores eléctricos de uso cotidiano para alimentar a receptores.
2. Indica algunos receptores que conviertan la electricidad en luz, calor, movimiento, sonido y ondas.

Navega

La energía eléctrica no se puede almacenar en grandes cantidades, así que hay centrales produciendo continuamente energía eléctrica para que podamos consumirla en cualquier momento.

Red Eléctrica Española es el organismo encargado de ajustar la producción al consumo que hay en cada momento en España. Su sede es un centro de control que se llama CECOEL. Puedes ampliar información y hacer una visita virtual en el siguiente enlace:

■ <http://goo.gl/GPtFvP>

Vocabulario

Alternador: máquina eléctrica rotativa similar a un motor que funciona a la inversa que este, es decir, que convierte el movimiento de su eje en energía eléctrica alterna.

Dinamo: hace lo mismo que un alternador, pero entrega energía eléctrica continua.

Vocabulario

En electrotecnia, la palabra «carga» tiene distintas acepciones según el contexto:

- Exceso o defecto de electrones que tiene un cuerpo. Ejemplo: «El condensador tiene una carga de dos coulombios».
- Receptor o elemento que consume energía eléctrica. Ejemplo: «Se han conectado tres cargas al circuito C2».
- Intensidad o potencia que se consume en un circuito. Ejemplo: «Este motor supone una carga de 800 W».

Vocabulary

- Energía: power/energy.
- Central eléctrica: electric power plant.
- Carga: load (consumo)/electric charge (acumulación).
- Alternador: alternator.
- Dinamo: dynamo.

Saber más

Los **materiales superconductores** son aquellos que, por debajo de una temperatura llamada crítica, no presentan ninguna resistencia al paso de electrones. Se comportan como conductores perfectos. Actualmente, necesitan temperaturas muy bajas para funcionar, aunque se van produciendo avances importantes en su desarrollo.

2. Estructura atómica y carga eléctrica

Según el modelo atómico de Rutherford, la materia está formada por átomos que, a su vez, están constituidos por partículas más elementales:

- **Protones y neutrones.** Constituyen el núcleo del átomo. Los primeros tienen masa y carga positiva; los segundos tienen masa, pero no carga.
- **Electrones.** Son las partículas que giran alrededor del núcleo. Tienen carga eléctrica negativa y masa muy pequeña. Son los responsables de la circulación de corriente, de ellos proviene el nombre de electricidad.

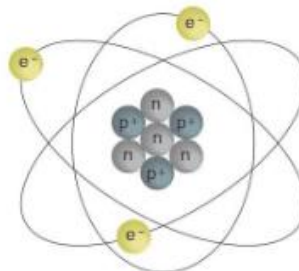


Figura 1.3. Modelo atómico.

Cada material puro se diferencia de otros en el número de partículas subatómicas que tienen sus átomos. Los átomos suelen tener el mismo número de electrones que de protones, por lo que su carga total es neutra, ya que se contrarrestan las cargas positivas de los protones con las negativas de los electrones.

Cuando los átomos sufren una variación en el número de electrones, adquieren carga eléctrica, que será positiva cuando haya perdido algún electrón (ya que predominarán los protones) y negativa cuando adquiera nuevos electrones.

Cuando, por cualquier motivo, la carga total deja de ser nula, el átomo tiende a ceder o a tomar electrones de los átomos cercanos para volver a su estado de equilibrio.

La corriente eléctrica es el movimiento de electrones entre átomos con distinta carga para lograr el equilibrio electrónico.

Según la capacidad que presenten para permitir el paso de electrones, se distinguen los siguientes materiales:

- **Aislantes:** ofrecen una gran resistencia al paso de los electrones. Son el vidrio, la madera, la mayor parte de los plásticos, la goma, etc. Su alta resistencia eléctrica se debe a que casi no tienen electrones libres.
- **Conductores:** presentan poca resistencia al movimiento de electrones en su interior. Son principalmente los metales, cuyos átomos se distribuyen en forma de red dejando electrones libres, y las disoluciones electrolíticas, con iones libres como transmisores de electricidad. Destacan, por su amplio uso, el cobre (Cu) y el aluminio (Al).
- **Semiconductores:** son aislantes bajo determinadas condiciones, y conductores en otras, es decir, se puede regular su conductividad. Forman parte de la inmensa mayoría de los componentes electrónicos actuales y el más importante es el silicio (Si).

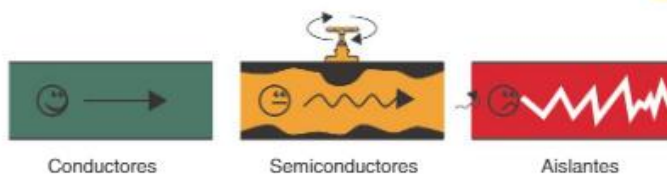


Figura 1.4. Materiales según su capacidad para permitir el paso de electrones.



3. Resistencia

Es la oposición al paso de la corriente que presenta un material. Se mide en ohmios [Ω].

La resistencia de un conductor depende de la naturaleza del material, de su longitud y de su sección.

$$R = \rho \frac{L}{S} = \frac{L}{c \cdot S} [\Omega]$$

Donde:

- ρ : **resistividad** del material [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$].
- c : **conductividad** del material [$\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$], es la inversa de la resistividad.
- L : longitud del conductor [m].
- S : sección del conductor en [mm^2].

Como se puede observar en la fórmula anterior, la resistencia de un cable es mayor cuanto más largo y fino es. Y, al revés, cuanto más corto y grueso sea un cable, menor resistencia presentará.

La resistividad cuantifica la oposición que presenta una unidad de volumen de un material al paso de electrones. Varía con la temperatura, aumentando con esta en los materiales conductores.

Como es más fácil recordar números enteros, se suele emplear la inversa de la resistividad, llamada conductividad.

Ejemplo

Determina la resistencia de un cable de cobre a 20 °C, de 1 mm² de sección y 100 m de longitud.

Aplicamos la fórmula anterior con el valor de la conductividad del cobre, que es 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$ a 20 °C.

$$R = \frac{L}{c \cdot S} = \frac{100}{56 \cdot 1} = 1,78 \Omega$$

La resistencia de un conductor es como la oposición que presenta un tubo al paso del agua. Cuanto más estrecho es el tubo y más largo, mayor es el rozamiento del agua y mayores las pérdidas de carga.

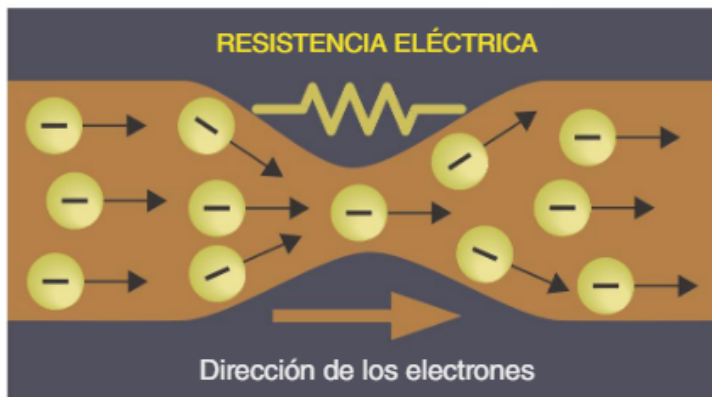


Figura 1.5. Dependencia de la resistencia con la sección del conductor.

Saber más

Todos los materiales usados en electricidad presentan resistencia en mayor o menor grado.

Los conductores también tienen resistencia, aunque normalmente se desprecia en el cálculo porque es muy pequeña comparada con la de los receptores.

Saber más

La resistividad a 20 °C vale:

- Cobre: 0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Aluminio: 0,028 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

La conductividad a 20 °C vale:

- Cobre: 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.
- Aluminio: 35 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.

Saber más

Antes, para el cálculo de la sección de los conductores se usaba la resistividad a una temperatura de 20 °C. Actualmente, la guía del reglamento de baja tensión recomienda hacer los cálculos para la temperatura máxima que admita el cable (70 °C o 90 °C, según el tipo de aislante).

Vocabulary

- Resistencia: resistance (cualidad)/ resistor (elemento).
- Ohmio: ohm.
- Sección: section.
- Resistividad: resistivity.
- Conductividad: conductivity.
- Conductor: conductive (cualidad), conductor (cable).

Recuerda

La resistencia se mide con el **óhmetro**. La medida se hace con la resistencia desconectada de cualquier elemento. Como indica la figura siguiente.

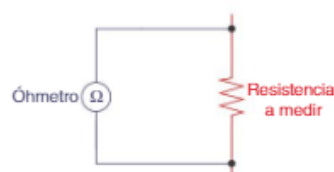


Figura 1.6. Uso del óhmetro.

La resistencia de los conductores aumenta con la temperatura. Para calcularla a cualquier temperatura se usa la siguiente fórmula:

$$R = R_1 [1 + \alpha (T - T_1)]$$

- R : resistencia del conductor a temperatura (T) final [Ω].
- R_1 : resistencia del conductor a temperatura conocida (T_1), normalmente 20 °C [Ω].
- α : coeficiente de variación con la temperatura, se puede tomar 0,004 $\Omega/^{\circ}\text{C}$, tanto para el cobre como para el aluminio.

Ejemplo

Determina la resistencia del cable de la actividad resuelta anterior para una temperatura de 70 °C.

Aplicamos la fórmula anterior con el valor de la conductividad del cobre, que es 56 $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ a 20 °C.

$$R = R_1 [1 + \alpha (T - T_1)] = 1,78 \Omega [1 + 0,004 (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})] = 2,14 \Omega$$

Como puedes observar, al aumentar la temperatura en el cable de los 20 a los 70 °C, la resistencia ha pasado de 1,78 a 2,14 Ω . Se ha incrementado en un 20 %.

Para hacernos una idea de los valores de resistencia que presentan elementos habituales, veamos algunos ejemplos.

Las bombillas incandescentes de 230 V, cuando están encendidas tienen, aproximadamente:

- 40 W unos 1300 Ω .
- 60 W unos 880 Ω .
- 100 W unos 530 Ω .

Cuando están apagadas, si medimos la resistencia que presentan es mucho menor porque la temperatura que alcanzan encendidas está en torno a los 2800 °C.

- 40 W unos 100 Ω .
- 60 W unos 70 Ω .
- 100 W unos 40 Ω .

Encendidos, un brasero de 1000 W y 230 V tiene una resistencia de unos 100 Ω y un horno de 2000 W, la mitad, unos 50 Ω .

A 20 °C de temperatura, un cable de cobre de 10 m de longitud y 1,5 mm^2 presenta una resistencia de unos 0,12 Ω , y otro de la misma longitud y 2,5 mm^2 unos 0,07 Ω .

Debido a la gran diferencia entre la resistencia de los receptores y la de los conductores, es normal que se suele despreciar la de estos.

Actividades

3. Calcula la resistencia a 20 °C de un cable de cobre de 2,5 mm^2 de sección y 33 m de longitud.
4. Haz el cálculo anterior para un cable de aluminio de las mismas dimensiones y determina en qué proporción es mayor la resistencia del cable de aluminio frente al de cobre.
5. Calcula la resistencia a 70 °C de los cables de las dos actividades anteriores.

Saber más

Antes, para el cálculo de la sección de los conductores se usaba la resistividad a una temperatura de 20 °C. Actualmente, la guía del reglamento de baja tensión recomienda hacer los cálculos para la temperatura máxima que admita el cable (70 °C o 90 °C, según el tipo de aislante).

Vocabulary

- Resistencia: resistance (cualidad)/ resistor (elemento).
- Ohmio: ohm.
- Sección: section.
- Resistividad: resistivity.
- Conductividad: conductivity.
- Conductor: conductive (cualidad), conductor (cable).

Recuerda

La resistencia se mide con el **óhmetro**. La medida se hace con la resistencia desconectada de cualquier elemento. Como indica la figura siguiente.

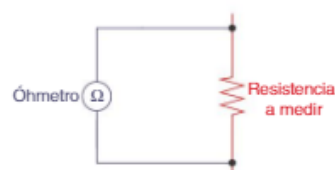


Figura 1.6. Uso del óhmetro.

La resistencia de los conductores aumenta con la temperatura. Para calcularla a cualquier temperatura se usa la siguiente fórmula:

$$R = R_i [1 + \alpha (T - T_i)]$$

- R : resistencia del conductor a temperatura (T) final [Ω].
- R_i : resistencia del conductor a temperatura conocida (T_i), normalmente 20 °C [Ω].
- α : coeficiente de variación con la temperatura, se puede tomar 0,004 $\Omega/^{\circ}\text{C}$, tanto para el cobre como para el aluminio.

Ejemplo

Determina la resistencia del cable de la actividad resuelta anterior para una temperatura de 70 °C.

Aplicamos la fórmula anterior con el valor de la conductividad del cobre, que es 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$ a 20 °C.

$$R = R_i [1 + \alpha (T - T_i)] = 1,78 \Omega [1 + 0,004 (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})] = 2,14 \Omega$$

Como puedes observar, al aumentar la temperatura en el cable de los 20 a los 70 °C, la resistencia ha pasado de 1,78 a 2,14 Ω . Se ha incrementado en un 20 %.

Para hacernos una idea de los valores de resistencia que presentan elementos habituales, veamos algunos ejemplos.

Las bombillas incandescentes de 230 V, cuando están encendidas tienen, aproximadamente:

- 40 W unos 1300 Ω .
- 60 W unos 880 Ω .
- 100 W unos 530 Ω .

Cuando están apagadas, si medimos la resistencia que presentan es mucho menor porque la temperatura que alcanzan encendidas está en torno a los 2800 °C.

- 40 W unos 100 Ω .
- 60 W unos 70 Ω .
- 100 W unos 40 Ω .

Encendidos, un brasero de 1000 W y 230 V tiene una resistencia de unos 100 Ω y un horno de 2000 W, la mitad, unos 50 Ω .

A 20 °C de temperatura, un cable de cobre de 10 m de longitud y 1,5 mm² presenta una resistencia de unos 0,12 Ω , y otro de la misma longitud y 2,5 mm² unos 0,07 Ω .

Debido a la gran diferencia entre la resistencia de los receptores y la de los conductores, es normal que se suele despreciar la de estos.

Actividades

3. Calcula la resistencia a 20 °C de un cable de cobre de 2,5 mm² de sección y 33 m de longitud.
4. Haz el cálculo anterior para un cable de aluminio de las mismas dimensiones y determina en qué proporción es mayor la resistencia del cable de aluminio frente al de cobre.
5. Calcula la resistencia a 70 °C de los cables de las dos actividades anteriores.

Recuerda

La tensión siempre se mide entre dos puntos.

Cuando no se especifican los puntos, se sobreentiende que se refiere a la diferencia de potencial entre el punto del que se trate y otro que se toma de referencia, normalmente el neutro o la tierra.

Por ejemplo, decimos que en un enchufe tenemos 230 V porque hay esa diferencia entre la fase y el neutro. O los 12 V de una batería son los que hay entre los bornes positivo y negativo.

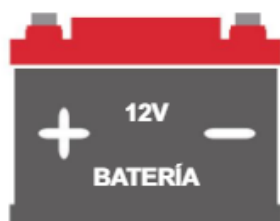


Figura 1.10. Batería de 12 V.

5. Tensión: fuerza electromotriz y caída de tensión

Podemos considerar el potencial eléctrico o tensión como la **diferencia de cargas entre dos puntos de un circuito**. El punto que tiene más cargas positivas o menos negativas se llama polo positivo, y el otro se llama polo negativo.

La **diferencia de potencial (ddp)** en un circuito puede ser debida a:

- Que hay un generador o fuente de tensión que aporta la energía necesaria para producirla. En este caso, la diferencia de potencial se llama **fuerza electromotriz (fem)** porque es la que provoca el movimiento de electrones.
- Que existe un receptor que crea un desequilibrio de cargas. En este caso, la ddp recibe el nombre de **caída de tensión (cdt)**, provocada por la pérdida de energía de los electrones al atravesar la resistencia.

Ambas se miden en **voltios [V]**.

Para que circule una corriente por un circuito es necesario que exista una fuerza electromotriz que aporte la energía necesaria para el movimiento de los electrones.

Y, a la inversa, cuando circula una corriente por algún elemento del circuito que ofrece resistencia, entre los extremos de dicho elemento siempre se produce una caída de tensión.

5.1. Símil de la altura

Para entender el concepto de tensión podemos utilizar el **símil de la altura**. Sabemos que los cuerpos que están a una determinada altura del suelo tienen energía potencial (directamente proporcional a la altura) y que, si los dejamos caer, la convierten en energía cinética (proporcional a la velocidad). Podemos suponer que tenemos electrones distribuidos en varias plantas de un edificio de, por ejemplo, cuatro plantas y que cada una de ellas equivale a un voltio de tensión. Los que están en la última están a una tensión de 4 V respecto a los que están en la planta baja, pero solo están a 2 V respecto a los que están en la segunda.

Si los electrones suben en un ascensor, este actúa como una fuente que aporta fuerza electromotriz porque entrega energía potencial (altura) a los electrones. Si los electrones bajan por la escalera, esta actúa como una resistencia en la que pierden energía potencial en forma de calor.

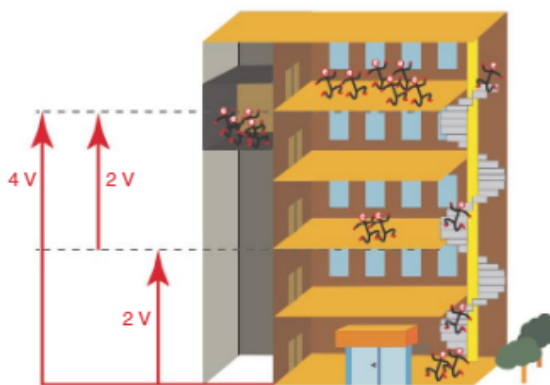


Figura 1.11. Símil de la altura.

Vocabulario

Ddp: diferencia de potencial o tensión.

Fem: fuerza electromotriz. Tensión que se aporta al circuito. Se suele representar con la letra $\mathcal{E}$.

Cdt: caída de tensión. Tensión que se consume en un circuito. Se suele representar con la letra U o V .

**Conclusiones:**

- La tensión en un punto del circuito depende de que otro punto del circuito se tome de referencia. Los electrones de la cuarta planta tienen distinta altura respecto a los electrones de la planta baja (4 V) y a los de la segunda (2 V).
- La tensión que tienen todos los electrones que se encuentran en un punto (en una planta) es la misma.
- Cuanto mayor es la tensión (diferencia de altura), más energía tienen los electrones.
- El aporte de tensión (fuerza electromotriz) a los electrones se logra con dispositivos que entregan energía al circuito llamados fuentes de tensión.
- El movimiento de los electrones de un nivel de tensión mayor a otro inferior provoca una caída de tensión; esto ocurre cuando atraviesan una resistencia.

5.2. Fuentes de alimentación

Una **fente de alimentación** es todo aparato o instalación que proporciona una tensión para dar energía eléctrica a un circuito.

Dependiendo de las características de la electricidad que entrega podemos distinguir entre **fuentes de continua o de alterna**.

También se les suele llamar **fuentes de tensión** porque, en el caso ideal, dan una tensión constante, independientemente de la carga que se les conecte.

El símbolo con que se las representa en los esquemas eléctricos es:

Fuente de continua: dos rayas paralelas de distinta longitud. La de menor longitud representa el polo negativo, y la otra, el positivo. A un lado se indica el valor de la tensión de salida de la misma.	
Fuente de alterna: un círculo (con un seno en su interior si es alterna sinusoidal) y el valor eficaz de la tensión a un lado.	

Tabla 1.1. Tipos de fuente de alimentación.

Las **fuentes de tensión reales** tienen una resistencia interna que es la responsable de que la tensión de salida de la fuente disminuya cuando se le piden grandes intensidades.

Cuanto menor es el valor de la resistencia interna, mejor es la fuente. Es decir, menos se verá afectada la tensión de salida por la resistencia interna.

Como veremos más adelante, la tensión que sale de la fuente (V_s) es igual a la fuerza electromotriz (E) de la fuente menos la caída de tensión en la resistencia interna de la fuente [v_i]. Y esta última es directamente proporcional a la intensidad que entrega la fuente.

$$V_s = E - v_i$$

**Saber más**

Existe otro tipo de fuentes de alimentación, llamadas **fuentes de corriente**, que entregan, en el caso ideal, una intensidad constante.

Se utilizan, por ejemplo, para alimentar a las lámparas LED, y se conocen comercialmente como **drivers**.



Figura 1.12. Driver.

Recuerda

La tensión se mide con el **voltímetro** y se realiza, como se indica en la siguiente imagen, conectando el voltímetro entre los dos puntos que se van a medir.

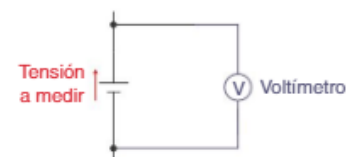


Figura 1.13. Uso del voltímetro.

Vocabulary

- Corriente continua (CC): direct current (DC).
- Corriente alterna: alternating current (AC).
- Fuente de alimentación: power source.
- Intensidad: intensity.
- Corriente: current.
- Entrada: input.
- Salida: output.

Es decir, la tensión de salida es menor cuanto mayor es la intensidad que demanda, según la carga conectada. Por eso, la mayoría de las fuentes de alimentación llevan marcada, además de la tensión de salida, la intensidad máxima.

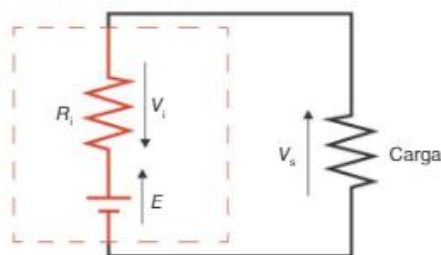


Figura 1.14. Esquema de tensión de salida para una carga R .



Figura 1.15. Ejemplo de fuente de alimentación.

Vocabulario

Corriente: movimiento ordenado de electrones, sin cuantificar.

Ejemplo: «Al cerrar el interruptor se establece una corriente en el circuito».

Intensidad: cantidad de corriente medida en amperios.

Ejemplo: «He medido una intensidad de dos amperios circulando por el motor».

Es habitual usar los dos términos indistintamente.

La imagen muestra las características marcadas en un cargador de teléfono móvil:

Input: 100-240 VAC
50/60 Hz



Tensión entrada: entre 100 y 240 V de corriente alterna con frecuencia de 50 o 60 Hz

Output: 5 V = 2 A



Tensión de salida: 5 V de corriente continua
Corriente de salida 2 A

Actividades

6. Saca una foto a la etiqueta de características eléctricas que aparece en algunas de las siguientes fuentes: una pila tipo AA o AAA, la batería del coche, la batería del móvil, el cargador del móvil, la fuente de un ordenador, etc.

7. Rellena una tabla como la siguiente con los datos de las fuentes que hayas recopilado.

Dispositivo	Foto	Tensión de entrada	Tensión de salida	Intensidad /potencia	Observaciones
*****	*****	*****	*****	*****	*****



6. Intensidad de corriente

Cuando se unen dos partes con distinto potencial a través de un conductor, se produce un movimiento de electrones desde la que tiene carga negativa hacia la de carga positiva.

Ese movimiento ordenado de cargas eléctricas se denomina **corriente eléctrica**.

La cantidad de electrones que atraviesa la sección del conductor por unidad de tiempo se llama **intensidad de la corriente eléctrica** y se mide en **amperios [A]**.

El flujo de electrones en un conductor se produce desde el material cargado negativamente hacia el cargado positivamente; ese sentido del movimiento es el **sentido real de la corriente**.

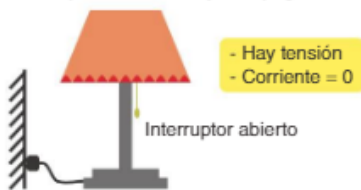
Sin embargo, antiguamente se creía que la corriente era debida al movimiento de las cargas positivas, y circulaba en sentido contrario. Este es el criterio que se ha mantenido y se usa habitualmente como **sentido convencional de la corriente**, desde el signo (+) al signo (-).



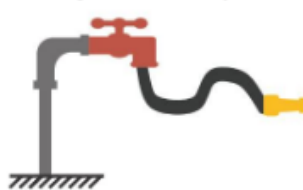
Figura 1.17. Sentido convencional y real de la corriente.

La corriente de electrones a través de un elemento conductor se asemeja al flujo de agua en el interior de un tubo. La intensidad de la corriente se correspondería con el caudal (o número de litros por unidad de tiempo) que atraviesa el tubo.

Lámpara conectada y luz apagada



Manguera conectada y cerrada



Lámpara conectada y luz encendida



Manguera conectada y abierta

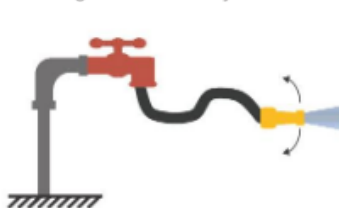


Figura 1.18. Simil del flujo de agua.

Saber más

Realmente la corriente de electrones se transmite como un impulso, es decir, los electrones no recorren todo el conductor, sino que propagan el movimiento empujando a los electrones más cercanos. Gracias a eso, las velocidades de la corriente eléctrica son muy elevadas, llegando a 12 000 km/s en el cobre.

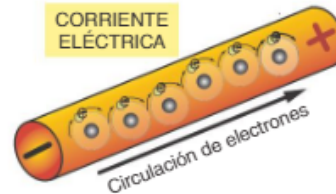


Figura 1.16. Transmisión de la corriente.

Recuerda

Los materiales y aparatos que se usan en electricidad tienen siempre una **intensidad asignada**, que es la intensidad máxima que pueden entregar (en el caso de fuentes) o soportar (el resto) de forma permanente.

Por ejemplo, un cargador de móvil puede entregar 1 o 2 A de salida. Un interruptor puede dejar pasar hasta 10 A y un enchufe 16 A.

Recuerda

La intensidad de la corriente se mide con el **amperímetro**. La medida se hace intercalando el amperímetro en el recorrido de la corriente, tal como se indica en la figura.

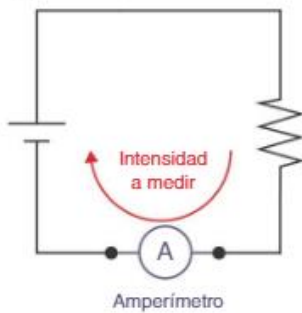
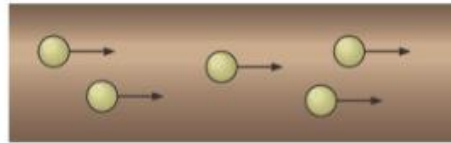
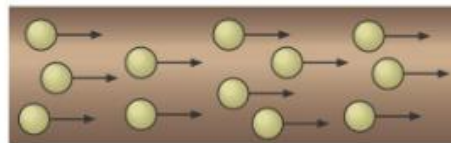


Figura 1.21. Uso del amperímetro.

- Para que circule corriente por un circuito es necesario que haya una fuerza motriz que mueva a los electrones.
- Sin embargo, no siempre que exista tensión necesariamente tiene que circular corriente.
- Pensemos en un enchufe al que se conecta un flexo. Mientras el interruptor del flexo esté abierto existirá tensión en el enchufe, pero no circulará corriente. Una vez que se cierre, circulará corriente mientras el enchufe siga teniendo tensión.



Menor intensidad de corriente



Mayor intensidad de corriente

Figura 1.19. Intensidad de corriente.

Los efectos que puede producir la corriente eléctrica son:

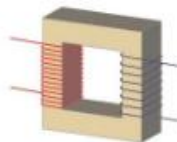
Efecto térmico



Efecto químico



Efecto magnético



Efecto luminoso



Figura 1.20. Efectos que puede producir la corriente eléctrica.

Actividades

8. Fíjate en los interruptores automáticos que hay en el cuadro eléctrico de tu casa, verás que tienen marcada la intensidad a la que protegen los circuitos que salen de ellos. Dibuja un croquis del cuadro y anota la intensidad de cada interruptor.



Figura 1.22. Cuadro eléctrico.

7. El circuito eléctrico

Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos unidos entre sí que forman un **camino cerrado** por el que puede **circular** corriente eléctrica.

Para entender cómo funciona partimos del circuito más básico, formado por una batería, un interruptor, una resistencia o carga y los conductores.

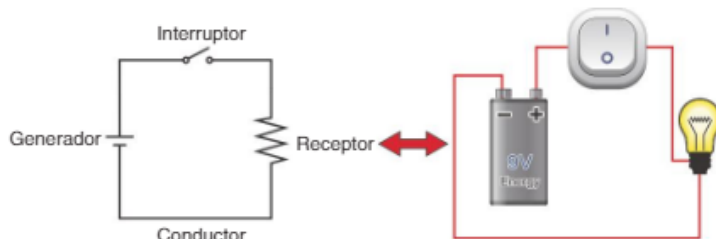


Figura 1.23. Esquema del circuito eléctrico básico.

En la figura, se representa mediante símbolos cada uno de los elementos.

- La **pila o generador**, que proporciona la diferencia de potencial necesaria para que circule electricidad.
- El **receptor o carga** que consume energía eléctrica. Por ejemplo, una bombilla o cualquier otro aparato que se alimente con electricidad.
- El **conductor** que une eléctricamente los distintos elementos del circuito. Suele ser cable de cobre o de aluminio.
- El **interruptor** como elemento de control para permitir o cortar el paso a la corriente.

En el momento en que se cierra el interruptor, se establece un flujo de corriente eléctrica que, partiendo de la fuente de tensión, atraviesa el interruptor cerrado y llega al receptor haciéndolo funcionar. Por último, los electrones retornan por el conductor hasta el generador.

Para que exista corriente eléctrica, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Debe existir **un camino cerrado** y conductor para el paso de la corriente. Cuando se abre el interruptor, se interrumpen el circuito y el paso de la corriente.
- En el circuito tiene que haber al menos una **fuentes de tensión** que genere la diferencia de potencial necesaria para que haya paso de corriente.

7.1. Símil de funcionamiento del circuito

Un circuito se puede asimilar a un edificio de varias plantas por el que se mueven los electrones.

El ascensor sería la fuente, su polo positivo estaría en la última planta y el negativo en la planta baja.

Los electrones que suben por el ascensor van adquiriendo diferencia de potencial respecto a los que están abajo.

La puerta del ascensor actuaría como el interruptor. Al abrirse, los electrones se abalanzan por las escaleras para recuperar su estado de reposo.

Las escaleras serían la resistencia. A medida que bajan van perdiendo energía potencial (altura), convirtiéndola en calor.

Conclusiones:

- Los **electrones tienden a moverse** naturalmente desde el potencial más alto al más bajo.
- Si no existe fuerza electromotriz (diferencia de altura), tampoco habrá movimiento de electrones (corriente).
- Para que los electrones se muevan, es necesario que encuentren un camino cerrado (interruptor) por el que pasar.
- A medida que los **electrones se van desplazando, van perdiendo energía potencial**, que se transforma en otro tipo de energía (calorífica en una resistencia o cinética en un motor, por ejemplo).

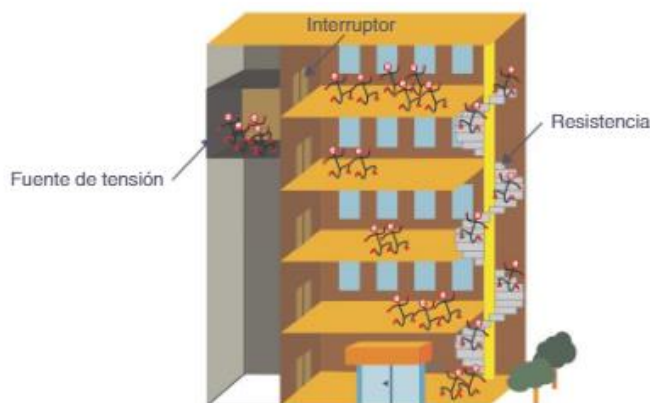


Figura 1.24. Elementos del circuito básico en el símil del edificio.

8. Ley de Ohm

La **ley de Ohm** indica: *La intensidad de corriente que circula a través de una resistencia es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos e inversamente proporcional al valor de la resistencia.*

Se expresa matemáticamente según la siguiente fórmula, en cualquiera de sus expresiones:

$$V = I \cdot R$$

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

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

Donde:

- **V:** caída de tensión entre los extremos de la resistencia [V].
- **R:** resistencia [Ω].
- **I:** intensidad que pasa por la resistencia [A].

Como determina la relación existente entre tensión, intensidad y resistencia, podemos calcular cualquiera de ellas, conociendo las otras dos, simplemente despejando.

En ciencias, una ley es un principio que se cumple siempre. Por eso, cuando se aplica correctamente la ley de Ohm a un circuito, si algún resultado de nuestros cálculos la contradice, es porque nos hemos equivocado y debemos revisar dichos cálculos.

Vocabulary

- Ley de Ohm: Ohm's law.
- Circuito eléctrico: electrical circuit.
- Interruptor: switch.
- Corriente: current.
- Intensidad de corriente: current intensity.
- Tensión: voltage.
- Caída de tensión: voltage drop.
- Fuerza electromotriz: electromotive force.
- Voltio: volt.
- Amperio: amp.



El símil del circuito eléctrico que vimos en el epígrafe anterior nos permite entender la ley de Ohm y sacar algunas conclusiones:

- **A mayor tensión, mayor intensidad circula.** Cuanto mayor es la altura, más energía tienen los electrones y mayor cantidad de ellos bajará.
- **La resistencia es inversamente proporcional a la intensidad.** Si aumenta la anchura de la escalera (disminuye la resistencia), podrán pasar más electrones.
- **La caída de tensión es directamente proporcional a la resistencia.** Cuanto más estrecha sea la escalera (mayor resistencia), más energía perderán los electrones al pasar por ella.

Ejemplo

Queremos conocer la intensidad que circula por una bombilla de 12 V cuyo filamento tiene una resistencia de 20 Ω .

Aplicamos la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,6 \text{ A}$$

Queremos calcular la caída de tensión en un cable que tiene una resistencia de 0,05 Ω , cuando pasa una intensidad de 20 A.

Aplicamos la ley de Ohm:

$$V = I \cdot R = 20 \text{ A} \cdot 0,05 \Omega = 1 \text{ V}$$

Queremos conocer la resistencia de una tostadora de 230 V por la que circulan 4,8 A.

Aplicamos la ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{230 \text{ V}}{4,8 \text{ A}} = 47,91 \Omega$$

Caso práctico resuelto

Recicla: Haz tu propia fuente de alimentación.

Con una fuente de alimentación tipo ATX de un ordenador puedes hacer una fuente para experimentos, con varias tensiones continuas de salida.

Solo tendrás que cortar los cables de salida y conectarlos a una regleta, como se indica en la figura.

Pon un interruptor entre el cable verde y el negro para encender la fuente. Las salidas se toman entre el cable negro de masa (ground) y uno de los cables de color. Según el cable que tomemos obtendremos las siguientes tensiones:

- Naranja: +3,3 V.
- Rojo: +5 V.
- Amarillo: +12 V.
- Azul: -12 V.



Figura 1.25. Fuente de alimentación ATX.

Actividades

9. Calcula la resistencia de un radiador por el que pasan 10 A cuando se conecta a 230 V.
10. ¿Qué caída de tensión se produce en una de las bombillas de un árbol de Navidad por la que circulan 50 mA si tiene una resistencia de 300 Ω ?
11. Una bombilla incandescente tiene una resistencia de 880 Ω , ¿qué corriente circulará por ella si la conectamos a 230 V?, ¿y si la conectamos a 125 V?

9. Potencia y energía

Se produce una **energía o trabajo eléctrico** cuando una fuente hace moverse a las cargas eléctricas. Solo habrá trabajo cuando exista movimiento de cargas en el circuito.

La potencia es el trabajo desarrollado en la unidad de tiempo. Cuanto mayor sea la energía desarrollada en la unidad de tiempo, mayor será la potencia.

En el Sistema Internacional (SI) la potencia se mide en **vatios [W]**.

En ocasiones, sobre todo cuando se trata de máquinas eléctricas, en lugar del vatio se emplea el caballo de vapor (**1 CV = 736 W**).

$$P = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R \quad [\text{W}]$$

Estas tres expresiones surgen de aplicar a la primera igualdad ($P = V \cdot I$) la ley de Ohm, sustituyendo primero la intensidad y después el voltaje. Las dos últimas igualdades se usan para calcular la potencia consumida por una resistencia, mientras que la primera igualdad sirve para calcular tanto la consumida por una carga como la entregada al circuito por una fuente de alimentación.

Al circular una corriente por una resistencia existe una pérdida de energía que se transforma en calor. Para calcular **la energía consumida** en un periodo determinado basta con multiplicar la **potencia perdida por el tiempo** que se aplica.

$$E = P \cdot t \quad [\text{Wh}]$$

La energía se mide en vatios-hora [Wh], o más habitualmente en kilovatios-hora [kWh].

$$1 \text{ julio [J]} = 1 \text{ vatio} \cdot \text{segundo [Ws]}$$

Ya hemos visto que la corriente produce calor al pasar por una resistencia, ya sea un receptor o un conductor. La cantidad de calor desprendida se calcula mediante la **ley de Joule**:

$$E_{\text{calor}} = I^2 \cdot R \cdot t \quad [\text{J}]$$

Donde:

- I : intensidad de la corriente [A].
- R : resistencia atravesada [Ω].
- t : tiempo que pasa la corriente [s].

El calor desprendido es directamente proporcional a la resistencia y al tiempo y cuadráticamente proporcional a la intensidad, lo que significa que, aumentando la intensidad al doble, el calor desprendido se cuadruplica. Por eso, cuando sea posible, **hay que reducir la intensidad que circula por los cables para minimizar las pérdidas.**

La **potencia nominal** de un receptor es la máxima capacidad que tiene de producir un trabajo.

Así, si tenemos una bombilla de 100 W podrá iluminar como máximo a la cantidad de luz correspondiente a 100 W, pero, en determinadas circunstancias (por ejemplo, reduciendo la tensión) podrá consumir menos potencia y dar menos luz, pero no más, porque se quemaría. Decimos que la potencia nominal de la bombilla es de 100 W.

Saber más

Los cables usados habitualmente en las instalaciones eléctricas soportan, según el tipo de aislamiento, temperaturas máximas de 70 °C o 90 °C.

Las intensidades máximas que admiten los mismos son aquellas que provocan esas temperaturas límite.

Por ejemplo, cuando el Reglamento de Baja Tensión dice que un cable de PVC de 1,5 mm² soporta 15 A, significa que, en las condiciones de ensayo, al circular por él 15 A alcanza una temperatura de 70 °C, que es la máxima que soporta.

Ejemplos

La pila de una linterna es capaz de entregar una energía de 1600 mAh. Si la bombilla consume 0,4 A, ¿cuántas horas puede permanecer encendida antes de que se agote la pila?

NOTA: La energía que almacenan pilas y baterías se da en Ah. Para convertirla en Wh basta con multiplicarla por la tensión nominal. Por ejemplo, una batería de coche de 100 Ah puede almacenar 1200 Wh.

Pasamos todas las intensidades a amperios, así la energía es de 1,6 Ah:

$$E = P \cdot t$$

si despejamos el tiempo:

$$t = \frac{E}{P} = \frac{1,6}{0,4} = 4 \text{ h}$$

Determina la resistencia de una bombilla de 60 W a 230 V.

Partiendo de la fórmula de la potencia perdida en una resistencia en función de la tensión, despejamos la resistencia:

$$R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{230^2 \text{ V}^2}{60 \text{ W}} = 881,6 \Omega$$

Nota: Hemos visto que la resistencia varía con la temperatura, así que la resistencia que hemos calculado es cuando la bombilla entrega su potencia nominal.

Gran parte de las pérdidas de energía que se producen en las redes eléctricas son debidas al calentamiento por efecto Joule en los conductores, por eso, una de las principales formas de disminuir las pérdidas es reducir la intensidad transportada a los valores más pequeños que se pueda.

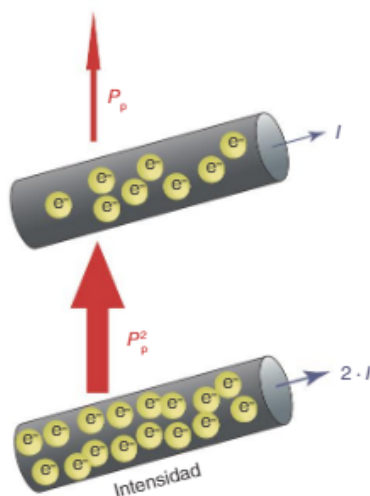


Figura 1.26. Intensidad y potencia.

Navega

La temperatura que alcanza el filamento de una lámpara incandescente es de unos 2800 °C, y el de una halógena de hasta 3000 °C.

Para saber más:

- <http://goo.gl/hzxF6e>
- <http://goo.gl/4el6U7>



El aparato que mide la energía es el **contador**, que registra el consumo del abonado en kilovatio por hora [kW · h] cada periodo de facturación. Ese consumo es el que en la factura eléctrica aparece como *término de energía*.

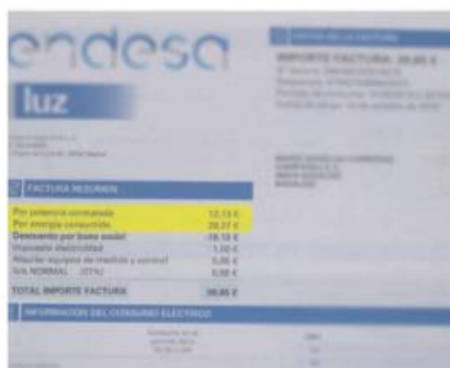


Figura 1.27. Detalle de factura eléctrica.



Figura 1.28. Contador eléctrico.

También aparece en la factura el *término de potencia* que marca el valor máximo de potencia instantánea que se ha consumido.

Ejemplo

Calcula la potencia perdida en una línea de 60 km que presenta una resistencia por metro de $0,5 \cdot 10^{-3} \Omega/\text{m}$, cuando transporta una intensidad de 50 A y cuando transporta 100 A.

La potencia perdida es la intensidad al cuadrado entre la resistencia. Pasamos los kilómetros a metros para obtener la resistencia total.

$$P = I^2 \cdot R = 50^2 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^3) = 75\,000 \text{ W}$$

Si hacemos el cálculo para el doble de intensidad:

$$P = I^2 \cdot R = 100^2 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^3) = 300\,000 \text{ W}$$

Observamos que la potencia perdida se ha cuadruplicado.

Actividades

12. Saca una foto a la placa de características de varios receptores en los que se identifique la potencia nominal y el tipo de corriente que emplean. Clasifica los datos en una tabla como la siguiente:

Receptor	Foto	Potencia	CC/CA	Observaciones
*****	*****	*****	*****	*****

13. ¿Cuántos vatios por segundo o julios hay en 2 kWh?
14. Por un radiador de 10Ω , circula una intensidad de 3 A durante dos días completos. ¿Qué energía ha consumido en kWh?
15. Busca una factura de la luz y anota cuánta energía se facturó, en qué periodo y el precio medio del kWh. Calcula el consumo diario medio en kilovatios-hora.

10. Corriente continua y corriente alterna (CC-CA)

Según el sentido del movimiento de los electrones distinguimos entre dos tipos fundamentales de corriente:

- **Corriente continua (CC).**
- **Corriente alterna (CA).**

10.1. Corriente continua

Corriente continua o **CC** (en inglés **DC**) es aquella en la que las cargas en movimiento siempre se desplazan en el mismo sentido.

La corriente continua se puede obtener de las **pilas**, las **baterías**, las **células fotoeléctricas** y las **fuentes de alimentación** de muchos pequeños electrodomésticos.

Representándola gráficamente, es aquella que permanece siempre en el mismo cuadrante, sin cruzar el eje X.

La corriente continua puede ser:

- **Constante**, es decir, su valor no varía en el tiempo. Es el caso de pilas y baterías.
- **No constante**, varía en el tiempo, pero siempre sin variar su signo, es decir, sin cruzar el eje X. Es el caso de fuentes de tensión alimentadas de un enchufe, como los cargadores de móviles, de ordenadores, etc., la tensión continua es no constante.

En la siguiente gráfica podemos ver dos ejemplos de corriente continua. Una constante y la otra no constante.

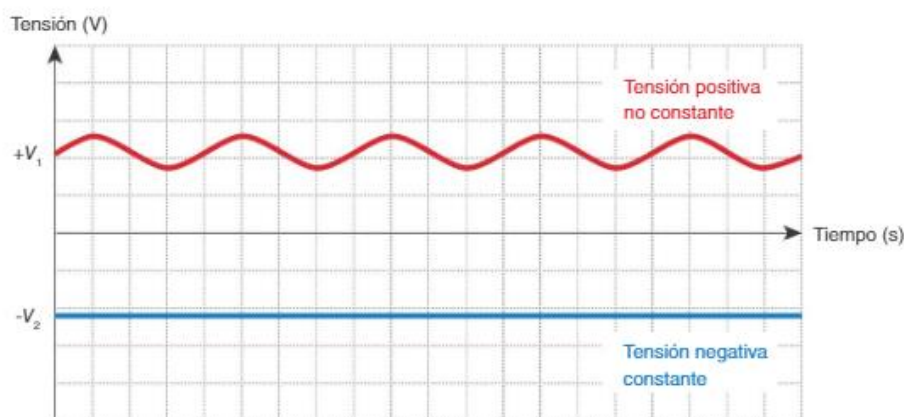


Figura 1.29. Señal de corriente continua.

Todos los aparatos electrónicos funcionan en corriente continua. Como la corriente que suministran los enchufes es corriente alterna, tenemos dos opciones:

- Funcionan con pilas.
- Llevan una fuente CA/CC (en inglés AC/DC) que convierte la corriente alterna de 230 V del enchufe en corriente continua (a 5, 12, 15 V u otros valores) que necesitan para funcionar.

Saber más

La tensión que sale de las centrales generadoras y que llega a los abonados es siempre CA a una frecuencia de 50 Hz.

La CC no es tan fácil de generar ni transformar como la CA, por lo que su uso prácticamente se reduce a instalaciones y receptores de poca potencia.

10.2. Corriente alterna

Corriente alterna o **CA** (en inglés **AC**) es aquella en la que los electrones se mueven en ambos sentidos de forma periódica, cambiando de signo cada cierto tiempo.

Este tipo de energía **es la que producen los alternadores** y **es la que se usa en las redes eléctricas** porque presenta varias ventajas frente a la continua. Básicamente, la corriente alterna es mucho más **fácil de producir, transformar y transportar** que la corriente continua.

En la siguiente gráfica, podemos observar un ejemplo de señal de corriente alterna. En este caso, se representa la tensión frente al tiempo, pero la representación de la intensidad frente al tiempo tendría un aspecto muy similar, como veremos más adelante.

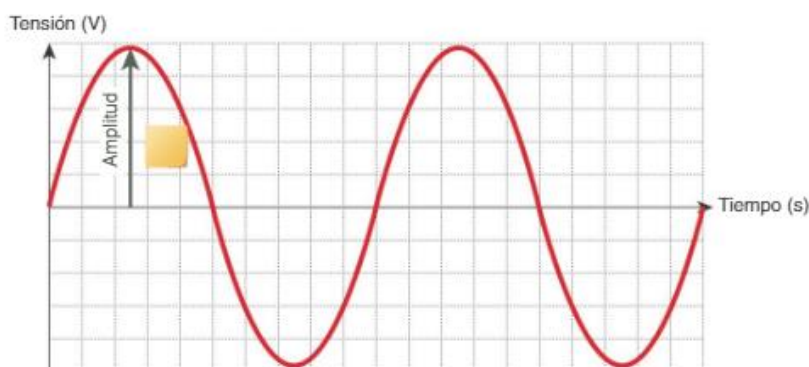


Figura 1.30. Señal de corriente alterna.

Navega

Aunque prácticamente toda la red de transporte de electricidad de España funciona en CA, hay un tramo de CC a 250 kV que conecta Baleares con la Península a través del Mediterráneo:

- <http://goo.gl/ANZdJg>

Normalmente, es de tipo **senoidal** (su onda tiene la forma de la función matemática seno) a una frecuencia de 50 Hz, es decir, que la onda se repite cincuenta veces por segundo.

La tensión alterna sinusoidal queda caracterizada por la **amplitud** (o valor máximo que adquiere la onda) y por su **frecuencia** (o número de veces que se repite su ciclo en un segundo).

Un caso particular es la **corriente alterna con nivel de continua**, que es aquella en la que se superponen una corriente continua y una alterna. Gráficamente, la señal toma la forma de la señal alterna desplazada sobre el eje Y, como se puede observar en la figura 1.29, la señal roja. Este tipo de corriente se utiliza, por ejemplo, cuando se quiere transmitir información por cables, en señales de antena, en las líneas de telefonía fija en las que se superponen las señales alternas de voz a una tensión continua de -48 V, etc.

Podemos clasificar la corriente alterna según los valores de tensión empleados. Se distinguen:

- **Baja tensión (o BT)**: es cuando se usan tensiones alternas menores de 1000 V o continuas menores de 1500 V.
- **Alta tensión (o AT)**: cuando las tensiones alternas son mayores de 1000 V o las continuas mayores de 1500 V.

La tensión existente en los enchufes de las viviendas es siempre baja tensión (normalmente 230 V), aunque es lo suficientemente alta como para provocar la muerte.

11. Unidades

Las unidades según el Sistema Internacional, que es el aceptado en España y en la mayoría de los países, de cada una de las magnitudes vistas son:

Magnitud	Unidad	Símbolo
Intensidad	Amperio	A
Tensión	Voltio	V
Potencia	Vatio	W
Energía	Vatio-hora	Wh
Resistencia	Ohmio	Ω

Tabla 1.2. Unidades del SI.

Los múltiplos y submúltiplos se designan según la siguiente tabla:

Factor	Prefijo	Símbolo
10^9	giga-	G
10^6	mega-	M
10^3	kilo-	k
10^2	hecto-	h
10^1	deca-	da
10^{-1}	deci-	d
10^{-2}	centi-	c
10^{-3}	mili-	m
10^{-6}	micro-	μ
10^{-9}	nano-	n

Tabla 1.3. Múltiplos y submúltiplos.

Un método sencillo para convertir unidades o múltiplos es multiplicar el valor que se quiere convertir por una fracción en la que en el numerador ponemos la unidad a la que queremos pasar y en el denominador la unidad original multiplicado (el numerador o el denominador según corresponda) por la proporción entre la unidad original y a la que queremos pasar. Veamos un ejemplo:

Ejemplo

Pasar 1340 mA a amperios.

Multipliquemos el valor por una fracción en la que en el numerador ponemos la unidad que queremos obtener (amperios) y en el denominador la que tenemos (mA) multiplicada por 1000, que es la proporción existente entre 1 A y 1 mA. De esta forma, el resultado de la división es 1 y, por lo tanto, no cambiamos el valor de la magnitud que estamos convirtiendo y se van los mA y nos quedan A.

$$1340 \text{ mA} \cdot \frac{1 \text{ A}}{1000 \text{ mA}} = \frac{1340 \text{ A}}{1000} = 1,34 \text{ A}$$

Actividades

16. Convierte 83453 Wh a kWh.

17. Calcula el coste que tendría un consumo de 415,6 kWh si el coste de cada kWh es de 0,21 €.

Navega

Tienes más información sobre las unidades del Sistema Internacional en:

■ <http://goo.gl/BftzRS>

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Material

■ Buscapolos de contacto

El buscapolos sirve para:

- Detectar tensión respecto a tierra en cualquier punto.
- Comprobar si un circuito está conectado a la tensión.
- Distinguir en un circuito el neutro de la fase.
- Detectar derivaciones en el circuito de tierra.



Figura 1.31. Toma abierta.

El buscapolos o detector de tensión es una herramienta de uso habitual entre instaladores electricistas, que avisa de la presencia de tensión mediante una señal luminosa.

En el caso más general, está formado por una resistencia y una lámpara de neón que se enciende cuando se le aplica una tensión de entre 110 y 250 V.



Figura 1.32. Uso del buscapolos.

Se usa tocando con la punta el elemento que se va a comprobar, y con el dedo índice la parte trasera metálica del mango.

Si el elemento está a tensión respecto a tierra, se produce el paso de una infima intensidad (en torno a 0,5 mA) a través del buscapolos y el cuerpo de la persona que lo está usando, lo que provoca el encendido de la lámpara.

Comprobación y detección de la existencia de tensiones**Objetivo**

Manejar un buscapolos e interpretar los resultados de las mediciones.

Precauciones

- ¡OJO! Al introducir la punta del buscapolos en el casquillo se puede producir un cortocircuito si hacen contacto la rosca con el contacto interior.

Desarrollo

A un enchufe o, más correcto, toma de corriente actual llegan tres cables que deben respetar el siguiente código de colores:

- Azul, llamado neutro (N).
- Marrón o negro, llamado fase (F).
- Verde-amarillo, llamado conductor de protección (CP).

Los dos primeros son los conductores activos porque son los que, en condiciones normales, llevan corriente.

El de protección se conecta a tierra y sirve para asegurar que no se produzcan diferencias de tensión entre la cubierta metálica de los aparatos (llamada masa) y tierra en caso de fallo de los aislamientos.



En las instalaciones de baja tensión (la de tu casa o la del instituto, por ejemplo) casi siempre el conductor de neutro y el de protección están conectados a tierra, por lo que entre cualquiera de ellos y tierra no hay tensión. Y, por otra parte, entre el conductor de fase y de neutro hay una fuerza electromotriz o diferencia de potencial de 230 V.

Como el buscapolos detecta tensiones respecto a tierra, si se toca con su punta alguna parte que esté a tensión respecto a tierra, se encenderá.

Al tomar medida en los tres bornes de una toma de corriente se obtienen los siguientes resultados:

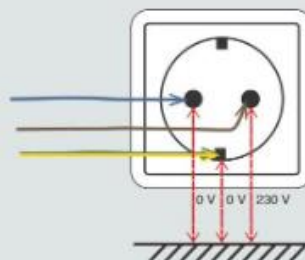


Figura 1.33. Bornes de un enchufe.

Borne	F	N	CP
Luz del buscapolos	Encendida	Apagada	Apagada
Si ocurre lo contrario	Apagada. No hay tensión en el enchufe o se trata del borne de N.	Encendida. Se trata del borne de F. Hay instalaciones a las que llegan dos F en vez de F y N.	Encendida. ¡Peligro! El CP no está conectado a T y hay una derivación en la instalación.
Causa posible			

En los circuitos que alimentan a las lámparas, el cable que pasa por el interruptor debe ser el de fase, y el que llega directo a la lámpara debe ser el neutro, para que con el interruptor abierto no exista tensión respecto a tierra en ningún punto de la lámpara. Además, el casquillo debe estar conectado de manera que la parte más accesible (la rosca) esté conectada al N y la menos accesible (contacto interior) a la F.

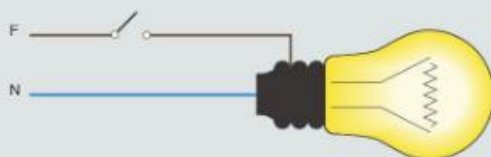


Figura 1.34. Conexión de un casquillo.

Al tomar medidas en el casquillo de una lámpara con el interruptor en posición cerrada, deben obtenerse los siguientes resultados:

Casquillo	Rosca	Contacto interior
Luz del buscapolos	Apagada	Encendida
Si ocurre lo contrario	Encendida. Está conectada la F, se debería cambiar por el N.	Apagada. Está conectado el N, se debería cambiar por la F.
Causa posible		

TEST DE EVALUACIÓN

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. En los alternadores:

- a) Se convierte la energía eléctrica en movimiento.
- b) Se convierte el movimiento en energía eléctrica alterna.
- c) Se genera corriente continua.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

2. La palabra «carga», en electrotecnia, puede significar:

- a) Intensidad o potencia que demanda un receptor.
- b) Receptor.
- c) Exceso o defecto de electrones en un cuerpo.
- d) Todas las respuestas son correctas.

3. El campo eléctrico es:

- a) Zona del espacio alrededor de un cuerpo cargado.
- b) Zona del espacio en la que una carga es atraída o repelida.
- c) Las dos respuestas anteriores son correctas.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

4. En un enchufe en condiciones de funcionamiento y sin nada conectado:

- a) Existe tensión, pero no circula corriente.
- b) Existe intensidad, pero no hay tensión.
- c) Todas las respuestas son correctas.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

5. Cuando tenemos una resistencia desconectada:

- a) Entre sus extremos hay caída de tensión.
- b) Entre sus extremos no hay caída de tensión.
- c) Entre sus extremos hay una caída de tensión proporcional a su resistencia.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

6. Las fuentes de tensión reales:

- a) Presentan siempre resistencia interna.
- b) Dan menos tensión cuando se les piden intensidades elevadas.
- c) Son equivalentes a las ideales con una resistencia interna en serie.
- d) Todas las respuestas son correctas.

7. El sentido de circulación de la corriente eléctrica:

- a) Se considera convencionalmente del polo + al -.
- b) Realmente discurre del polo - al +.
- c) Depende del sentido de la fuerza electromotriz.
- d) Todas las respuestas son correctas.

8. La intensidad que pasa por una resistencia determinada:

- a) Es tanto mayor cuanto mayor es la tensión se le aplica.
- b) Es tanto menor cuanto mayor es tensión se le aplica.
- c) Ambas respuestas son falsas.
- d) Ambas respuestas son verdaderas.

9. La potencia que consume una resistencia:

- a) Es directamente proporcional a la caída de tensión entre los extremos de la resistencia.
- b) Es inversamente proporcional a la intensidad que la atraviesa.
- c) Las dos respuestas anteriores son correctas.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

10. Indica cuál de las afirmaciones es falsa:

- a) Todos los cables y receptores presentan resistencia.
- b) La resistencia de un cable es directamente proporcional a su longitud.
- c) Cuando se calienta un cable disminuye su resistencia.
- d) Todas las respuestas son falsas.

ACTIVIDADES FINALES

- 1. Tenemos un rollo de un conductor de aluminio de 250 m de longitud, medido con un pie de rey da 8 mm de diámetro y sabemos que el aluminio presenta una conductividad de $28 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ a la temperatura a la que está el cable. Determina la resistencia que presenta.
- 2. Si utilizamos todo el conductor del ejercicio anterior para alimentar a un receptor que consume 10 A, ¿qué caída de tensión se produce en el conductor?
- 3. Para reparar la resistencia calefactora de una tostadora de pan necesitamos sustituir el hilo de nicrom. Necesitamos obtener una resistencia de 50Ω mediante un hilo de nicrom que tiene una sección de $0,15 \text{ mm}^2$ y una resistividad de $1,1 \Omega \cdot \text{m}^2/\text{m}$. ¿Qué longitud de hilo necesitamos?
- 4. ¿Qué conductor presenta un aumento proporcional de resistencia con la temperatura mayor, el de cobre o el de aluminio? Justifica tu respuesta.
- 5. ¿Cuál es la resistencia a 100°C de un conductor de cobre que a 20°C tiene 18Ω ?
- 6. Un tostador eléctrico de 230 V consume 8 A. Calcula la resistencia que tiene y su potencia. Si está encendido media hora, ¿qué energía ha consumido?
- 7. Calcula la resistencia que presenta una bombilla halógena de 150 W a 230 V. Considerando que su resistencia es constante, determina la potencia que consumirá si se conecta a 125 V.
- 8. ¿Qué corriente circula por la lámpara del ejercicio anterior cuando se conecta a 230 V?, ¿y a 125 V?
- 9. Cuando se conecta un radiador eléctrico a 230 V, la corriente que circula por él es de 8,7 A. ¿Qué potencia tiene?
- 10. Un receptor de 2 600 W funciona tres horas al día durante dos semanas. ¿Qué energía consume en ese tiempo? Si el precio del kWh es de 0,12 €, ¿qué coste ha tenido?
- 11. La intensidad que circula por una resistencia de 417Ω es de 0,35 A. ¿A qué tensión está conectada?
- 12. Los diodos LED que se usan como indicadores necesitan llevar una resistencia limitadora que evite que la corriente que pasa por el led sea superior a la que soporta. Considerando un led ideal sin caída de tensión, ¿qué valor tendría que tener la resistencia limitadora para que por el led no circulen más de 10 mA cuando está alimentado a 10 V?
- 13. Considerando que la resistencia del cuerpo de una persona es de unos $3\,000 \Omega$, ¿a qué tensión se produciría el paso de una intensidad de 30 mA a través de la misma?
- 14. ¿Cuál es la potencia máxima de los receptores que se pueden conectar a una toma de corriente de 16 A a 230 V?
- 15. ¿Se puede conectar un horno de 3 800 W y 230 V a una toma de corriente de 25 A sin riesgo de sobrecarga?
- 16. Un panel solar de 12 V está entregando 4,8 A a las cargas. ¿Qué potencia está generando? Si se mantiene ese mismo consumo durante 2,5 horas, ¿cuánta energía ha entregado el panel?



Figura 1.35. Almacén de cable.

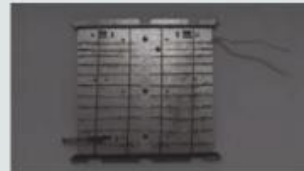


Figura 1.36. Hilo de tostadora.

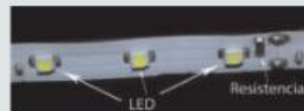


Figura 1.37. Led con resistencia limitadora.

ACTIVIDADES FINALES

17. Las resistencias tienen un código de colores que indica su valor y tolerancia (porcentaje de error respecto al valor nominal). Observando la figura, determina los valores de las siguientes resistencias:

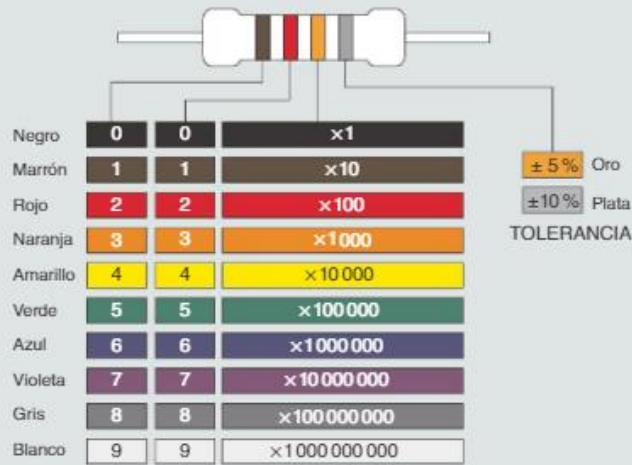


Figura 1.38. Valores de las resistencias.

Resistencia	Valor (Ω)	Tolerancia (%)
Negro-marrón-negro-oro		
Violeta-azul-amarillo-plata		
Rojo-verde-naranja-oro		

18. Determina la intensidad que pasa por los siguientes circuitos:

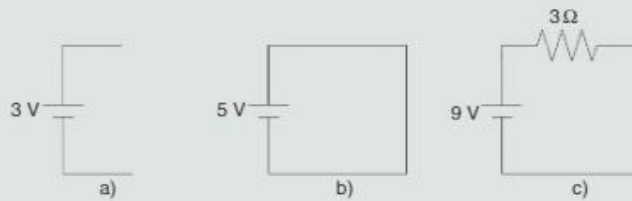


Figura 1.39. Circuitos de la actividad 18.

19. Determina en los siguientes circuitos lo que se pide:

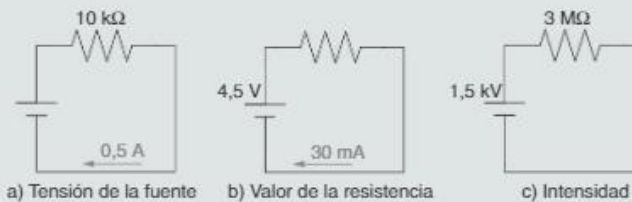


Figura 1.40. Circuitos de la actividad 19.

Material

- Fuente de tensión regulable con voltímetro y amperímetro
- Conductores
- Interruptor
- Lámparas y portalámparas

Montaje de circuito básico**Objetivo**

Montar un circuito básico, comprobar su funcionamiento y aplicar la ley de Ohm.

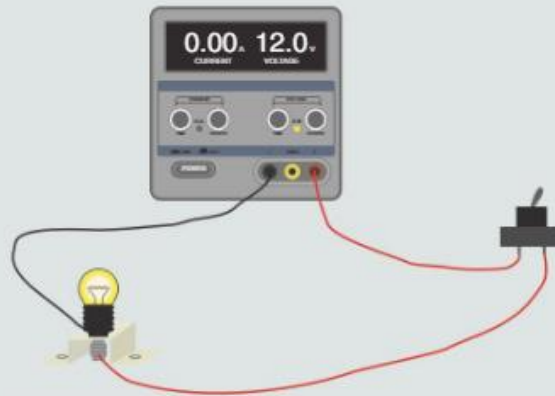


Figura 1.41. Esquema de montaje.

Desarrollo

1. Haz el montaje que se indica en el esquema.
2. Ajusta la tensión de la fuente a la nominal de la lámpara al circuito y cierra el interruptor.
3. Baja la tensión de la fuente en pasos de un cuarto de la tensión inicial y ve anotando los valores de tensión e intensidad que marca la fuente en la tabla siguiente. Deja que la lámpara se enfríe entre cada lectura.

Tensión	Intensidad	Resistencia
$V =$		
$\frac{3}{4} \cdot V =$		
$\frac{1}{2} \cdot V =$		
$\frac{1}{4} \cdot V =$		
Valor medio de la resistencia =		

Calcula la resistencia aplicando la ley de Ohm para cada lectura y determina el valor medio (sumando todas las resistencias y dividiendo entre 4) y anótalo.

4. Responde a las siguientes cuestiones:
 - a) ¿Cuándo se enciende la lámpara?, ¿qué hace falta para que circule corriente por el circuito?
 - b) Hay alguna relación entre la tensión aplicada y la cantidad de luz que emite la lámpara. ¿Cuál es la relación? Explicalo.
 - c) ¿Se calienta la lámpara?, ¿a qué fenómeno se debe? De las cuatro medidas realizadas, ¿en cuál de ellas se ha producido el calentamiento más rápido?, ¿a qué lo atribuyes?

PRÁCTICA PROFESIONAL PROPUESTA 2

Material

- Osciloscopio
- Fuente de tensión
- Generador de funciones

Tensión continua y alterna

Objetivo

Visualizar e identificar las características principales de las señales alternas y continuas.

Desarrollo

1. Conecta el osciloscopio a la salida de la fuente de tensión continua y ve variando la tensión aplicada.

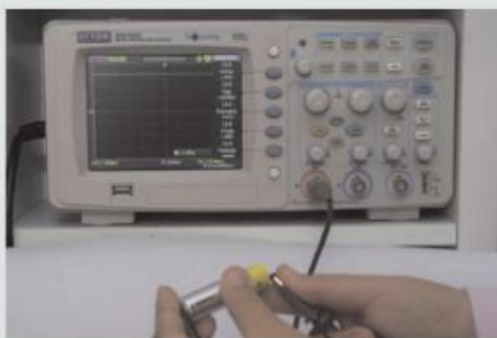


Figura 1.42. Montaje del osciloscopio 1.

2. Con el osciloscopio mide y visualiza la forma de onda de las tensiones que entrega un generador de funciones. Prueba con distintas formas de onda y varía la amplitud y la frecuencia de las señales.

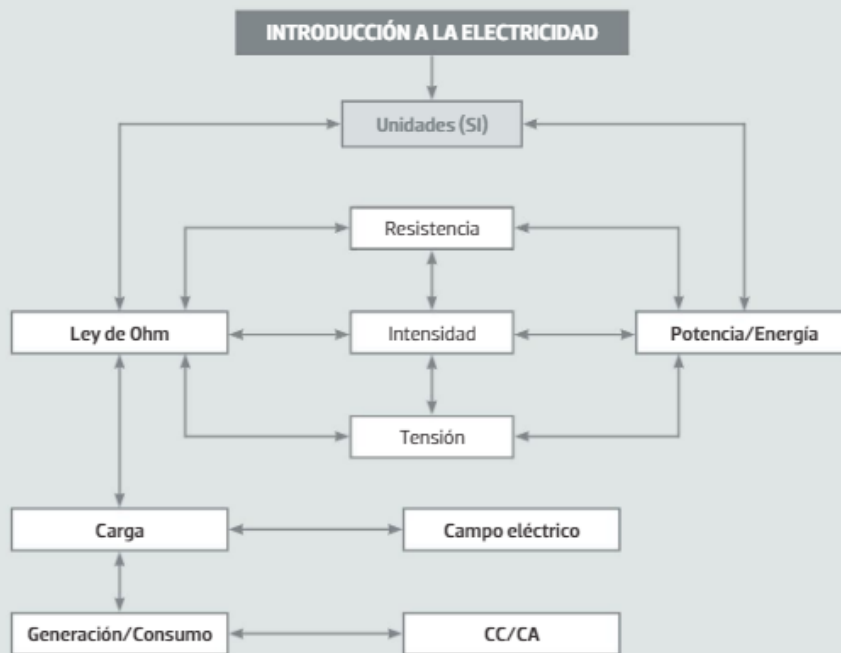


Figura 1.43. Montaje del osciloscopio 2.

3. Responde a las siguientes cuestiones

- a) ¿Qué ocurre en la pantalla cuando se aumenta o disminuye la tensión de la fuente?, ¿qué mide el eje Y?
- b) ¿Qué ocurre en la pantalla cuando se aumenta o disminuye la frecuencia en el generador de funciones?, ¿qué mide el eje X?
- c) Representa en una cuadrícula numerada una señal de continua de 12 V y una alterna senoidal con un valor de pico de 10 V.

EN RESUMEN



Resumen de ecuaciones

Resistencia de un conductor: $R = \rho \frac{L}{S} = \frac{L}{\sigma \cdot S}$ [Ω]

Variación de la resistencia con la temperatura: $R = R_1 [1 + \alpha(T - T_1)]$

Ley de Ohm: $V = I \cdot R$ $I = \frac{V}{R}$ $R = \frac{V}{I}$

Potencia: $P = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$ [W]

Energía: $E = P \cdot t$ [Wh]

Ley de Joule: $E_{\text{calor}} = I^2 \cdot R \cdot t$ [J]