

# Electrónica y nuevos avances tecnológicos en el campo de la comunicación: Electricidad y electrónica



INSTITUTO de ENSEÑANZAS a DISTANCIA de ANDALUCÍA

ESPAD Nivel

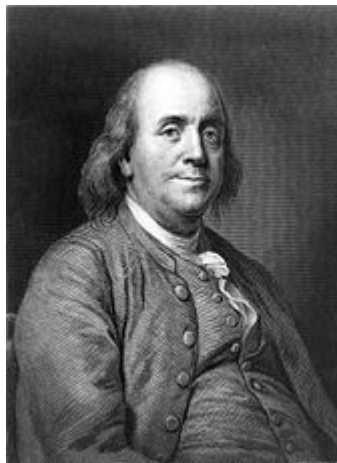
Ámbito Científico  
Tecnológico

Contenidos

**Electrónica y nuevos avances tecnológicos en el campo de la comunicación:  
Electricidad y electrónica**

Las primeras referencias escritas sobre la electricidad se deben a Tales de Mileto. Tales observó que frotando un trozo de ámbar con un tejido se atraían pequeños objetos.

Mucho después, en el siglo XVIII, **Benjamin Franklin** sugirió que los cuerpos tienen una cantidad de "fluido eléctrico" y cuando se frotan se pasan parte de uno a otro. Por lo tanto, un objeto queda cargado con exceso de fluido y otro con un defecto de igual valor. Es decir, el primero se carga con cierta cantidad de electricidad positiva y el segundo con la misma cantidad negativa. Hoy en día se conserva la idea de carga positiva y negativa.



*Benjamin Franklin*

Imagen de J. Duplessis en [Wikimedia](#). CC

El conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas recibe el nombre de **electricidad**. En este tema nos vamos a centrar en el flujo o movimiento de partículas cargadas eléctricamente por un medio material: **la corriente eléctrica**.

# 1. La corriente eléctrica



Actualmente sabemos que la electricidad es una forma de energía y que la corriente eléctrica se define como el **flujo de electrones** a través de un medio material. Pero, ¿qué son los electrones?

Toda la materia está formada por átomos. A su vez en los átomos se distinguen dos partes: el núcleo y la corteza. El núcleo contiene partículas cargadas positivamente, los protones y partículas sin carga, los neutrones. La corteza rodea al núcleo de un átomo y está formada por partículas cargadas negativamente llamadas **electrones**. La carga negativa de un electrón es igual a la carga positiva de un protón, y el número de electrones en un átomo es usualmente igual al número de protones. Cuando la fuerza de equilibrio entre protones y electrones es alterada por una fuerza externa, un átomo puede ganar o perder electrones.

Cuando los electrones se "pierden" de un átomo, el libre movimiento de estos electrones constituye una corriente, un flujo: la **corriente eléctrica**.

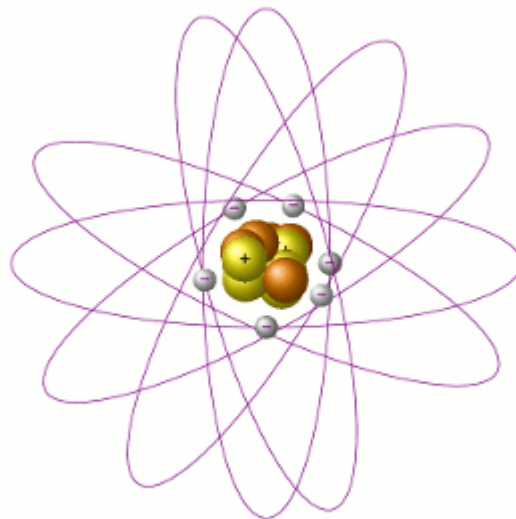


Imagen en [TEX](#). Licencia [CC](#)

## Importante

Una corriente eléctrica es un **movimiento ordenado** de cargas libres, normalmente **de electrones**, a través de un **medio material**.

## Conductores, aislantes y semiconductores

No todas las sustancias permiten la circulación de electrones libres. Podemos dividir los materiales en tres tipos, dependiendo si permiten la circulación de cargas eléctricas o no:



Imagen de S.Ehardt en

[Wikimedia.CC](#)

**Conductores:** permiten la circulación de electrones libres. **Son conductoras todas las sustancias que tienen cargas eléctricas con libertad para moverse.** Los mejores conductores son los metales.

**Aislantes:** no permiten la circulación de cargas eléctricas libres. Son aislantes la madera, el plástico, el aire, la cerámica y el vidrio, por ejemplo.



Imagen de aTaron en [Wikimedia](#). CC



Imagen de Warut en [Wikimedia](#). CC

**Semiconductores:** algunos materiales no son ni conductores ni aislantes, pero pueden ser lo uno o lo otro dependiendo de las condiciones en las que se encuentren. Algunos de ellos son actualmente **esenciales en la fabricación de componentes electrónicos**. Entre los semiconductores el más utilizado es el silicio (Si), aunque también son semiconductores el germanio (Ge) y el galio (Ga).

## Comprueba lo aprendido

Señala cuáles de los siguientes objetos son aislantes de la corriente eléctrica:

Una cuchara de acero.

-----

Un tenedor de madera.

-----

Un recipiente de plástico.

-----

Una lámina de papel de aluminio.

-----

Un folio de papel.

-----

Un hilo de cobre.

-----

Unos guantes de goma.

-----

**Mostrar retroalimentación**

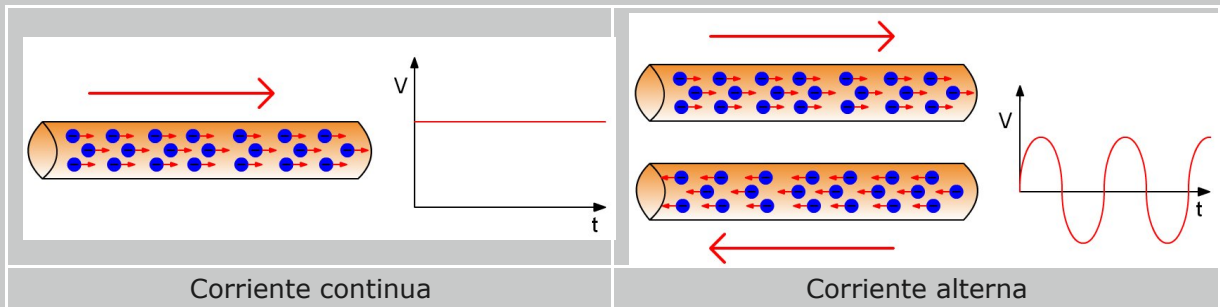
### Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Correcto
4. Incorrecto
5. Correcto
6. Incorrecto
7. Correcto

## Para saber más

Hay dos clases de corriente eléctrica y cada aparato eléctrico o electrónico necesita la suya:

- La **corriente continua** (CC), en la que los electrones circulan siempre en el mismo sentido. Es la producida por pilas, baterías, dinamos y células fotovoltaicas.
- La **corriente alterna** (CA), en la que los electrones cambian constantemente su sentido de circulación. Es la producida por los alternadores.



En este tema sólo vamos a tratar la corriente continua.

# 1.1 Circuitos eléctricos

Como vimos en la introducción, la corriente eléctrica se define como el movimiento de los electrones a través de un medio material. Si el movimiento de los electrones se realiza en un circuito cerrado estamos hablando de **circuitos eléctricos**.

Para que la corriente eléctrica circule por un circuito son necesarios los siguientes elementos:

- Un material **conductor**, que suele ser un hilo de cobre.
- Un dispositivo que suministre a los electrones la energía necesaria para mantener su movimiento ordenado. Puede ser una pila, una batería, una dinamo o un alternador y, en general, recibe el nombre de **generador**.
- Un dispositivo que convierta la energía eléctrica, la que llevan los electrones en su movimiento, en otro tipo de energía. Este dispositivo se llama, en general, **receptor**. Ejemplos de receptores pueden ser:
  - Una **bombilla**, que convierte la energía eléctrica en energía **luminosa**.
  - Un **timbre**, que convierte la energía eléctrica en energía **sonora**.
  - Un **motor**, que convierte la energía eléctrica en energía **mecánica**.
  - Un **calefactor**, que convierte la energía eléctrica en energía **calorífica**.
- Otros elementos, aunque no son imprescindibles, suelen estar presentes. Son los **elementos de control y de protección**. El más simple de estos elementos es el interruptor.

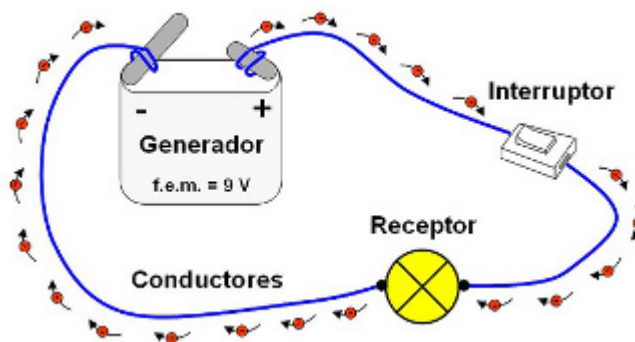


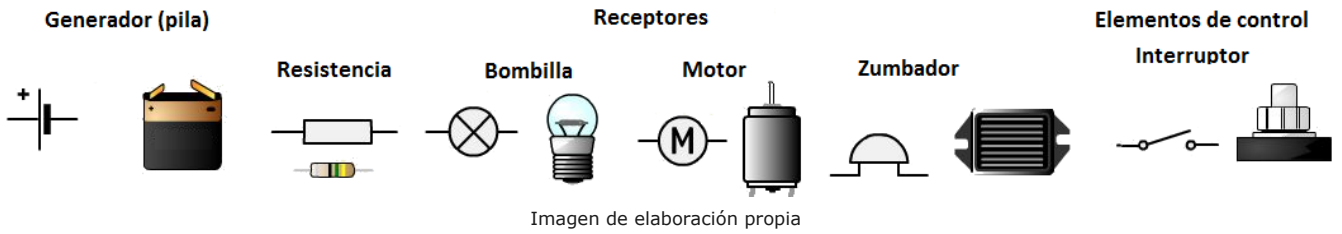
Imagen de J.L. Montalvillo en [Flickr](#). Licencia [CC](#)

## Importante

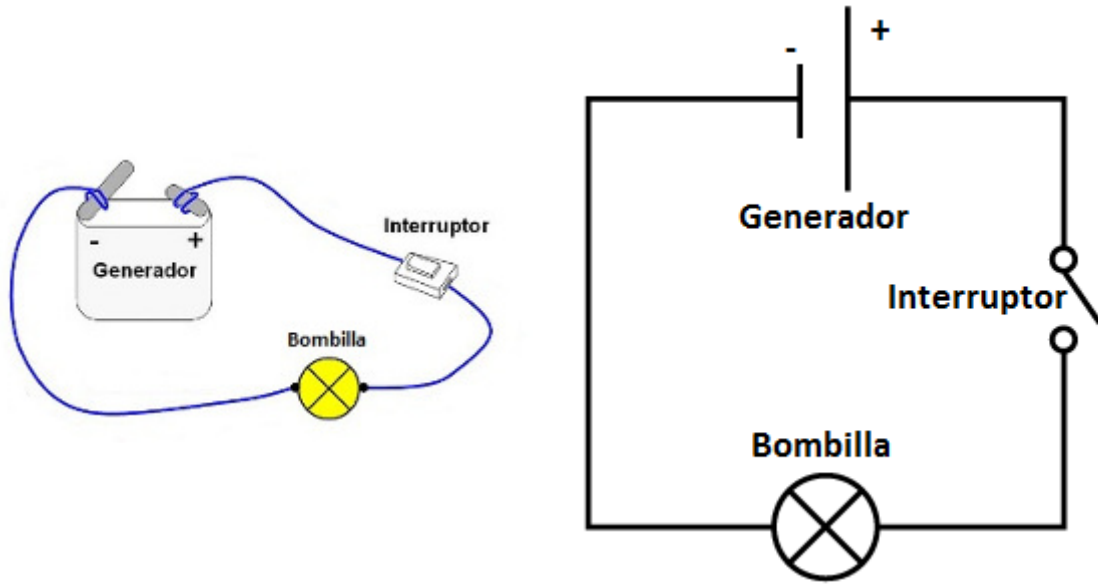
Un circuito eléctrico es un recorrido cerrado de un material conductor por el que circulan las cargas libres y que consta de un generador, un receptor o receptores y elementos de control y de protección.

### Símbolos de los elementos de un circuito

Para simplificar su estudio, los circuitos eléctricos se representan en un esquema donde se recogen los componentes a través de símbolos. En la siguiente imagen se muestran los símbolos de los componentes más sencillos.



Un ejemplo de un esquema eléctrico usando los símbolos sería el que representa el circuito de la imagen:

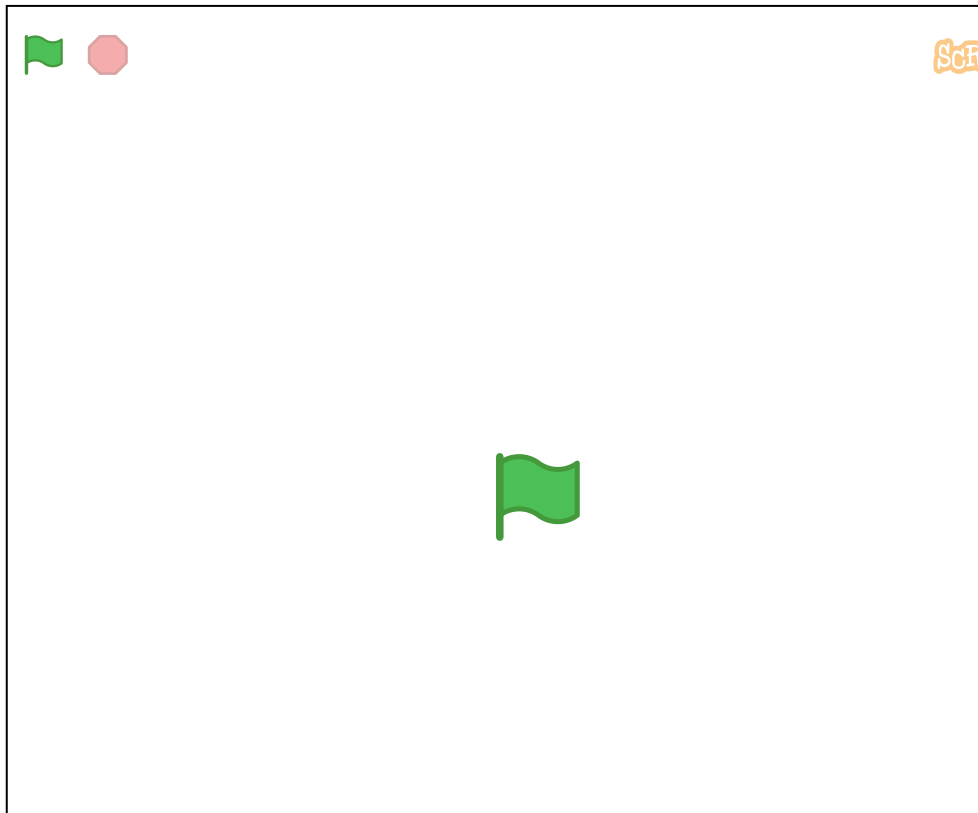


*Circuito eléctrico*  
 Imagen de J.L. Montalvillo en [Flickr](#). Licencia [CC](#)

*Esquema del circuito eléctrico*  
 Imagen de elaboración propia

**Practica tú**

En la animación se representa un circuito eléctrico. Haz clic en la banderita verde y mueve los componentes del circuito para hacer que la bombilla se encienda.



*A Electricity Circuit*  
 Applet de roblox25c alojado en [Scratch](#). [Términos de uso](#).

## Comprueba lo aprendido


Un circuito muy sencillo es el que hace funcionar el claxon de un coche, si identificas cada uno de sus componentes, no te será complicado elegir la opción correcta a las siguientes afirmaciones:

1. El pulsador que accionamos en el volante para que suene es un:

- Receptor
- Generador
- Elemento de control

 Si es un receptor ¿qué tipo de energía transforma?

 ¡Uy! y cuando lo pulsas ¿generas energía?


 ¡Bien! Claro que sí, si quieres que suene pulsas y si no quieres que suene no pulsas, es decir eliges lo que quieres ( eso es controlar ¿no?)

### Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

2. La batería del coche es un:

- Generador
- Elemento de control
- Receptor

 ¡Muy bien! Sin ella ni arranca el coche, ni suena.

 ¿Qué controla la batería?

 Me parece que no te has enterado muy bien, de lo que es un receptor.


### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto

3. La bocina que suena es un:

- Generador
- Elemento de control
- Receptor

 ¿Crees que la bocina le aporta energía a los electrones para que se muevan?

 Me parece que no "controlas" eh!

 Excelente. El claxon transforma la energía eléctrica de la batería en sonora.

### Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta





## 2. Magnitudes eléctricas

Una de las tareas más habituales de cualquier técnico electricista es la de medir las magnitudes eléctricas.

Las principales magnitudes que rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos son:

- Diferencia de potencial
- Intensidad de corriente
- Resistencia

### Diferencia de potencial

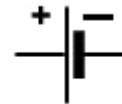
Para que las cargas circulen por un circuito eléctrico necesitan energía para hacerlo.

La energía necesaria para que las cargas circulen es suministrada por los generadores. Se conoce como **diferencia de potencial**, tensión, voltaje o fuerza electromotriz a la energía que el generador suministra a una carga para moverla entre dos puntos del circuito. Se suele representar por la letra V y se mide en **voltios (V)** en el Sistema Internacional.

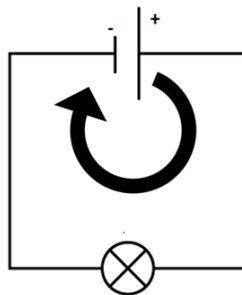


Imagen en [INTEF](#). Licencia [CC](#)

Los generadores tienen **dos puntos**, llamados **bornes** o **polos**, que presentan una **diferencia de potencial**. Son el **polo positivo (+)** y el **polo negativo (-)** del generador. Recordemos que su símbolo en un esquema eléctrico es el siguiente:



Cuando los dos polos se conectan formando un circuito eléctrico, se toma por **convención** que el sentido de movimiento de las cargas es del polo positivo del generador al polo negativo.



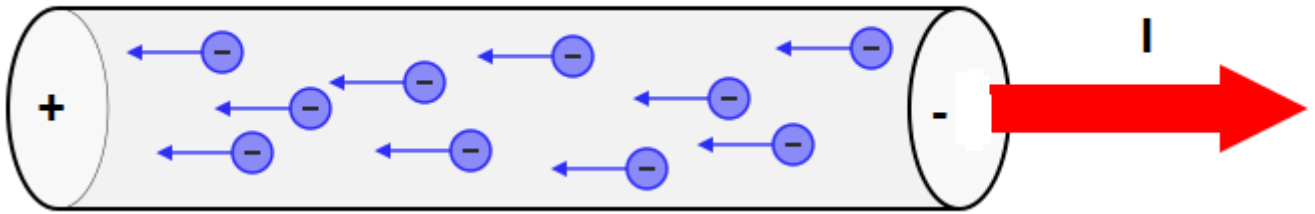
### Importante

A la **diferencia de potencial** (abreviado **d.d.p.**) entre los polos de un generador se le llama **voltaje** o **tensión** del generador se mide en **voltios** y es la energía que recibe la unidad de carga para circular por un circuito eléctrico.

### Intensidad de corriente

La intensidad de corriente eléctrica es la **cantidad de carga eléctrica** que pasa cada segundo por la sección de un conductor. Se representa por I y su unidad es el amperio (A).

Según vimos anteriormente, el sentido de la corriente eléctrica se toma por convenio del polo positivo al negativo de un generador. Este sentido es el que se aplica en la resolución de problemas, aunque en realidad, el sentido de las cargas que se mueven, que son los electrones, es el contrario, pues se desplazan del polo negativo al positivo.



*Sentido real de los electrones en un conductor*  
Imagen de ARTE en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

## Resistencia

La resistencia eléctrica es una medida de la **oposición** que presenta un dispositivo eléctrico al movimiento de los electrones a través de él. Esta oposición se debe a las colisiones de los electrones que se mueven por el conductor con los átomos que encuentran a su paso.

La resistencia se mide en una unidad llamada **ohmio** (que se simboliza con la letra griega omega mayúscula  $\Omega$ ).

La resistencia eléctrica de un dispositivo **depende de** varios factores:

- El **tipo de material** del que esté hecho. El cobre o el aluminio tienen una resistencia muy pequeña; en cambio, los aislantes tienen una resistencia muy elevada.
- La **longitud** del dispositivo.
- La **sección** (el grosor) del dispositivo.

A más sección menos resistencia
A menos sección más resistencia
Cuanta más longitud, más resistencia
Cuanta menos longitud, menos resistencia

Esta dependencia se simboliza en la siguiente expresión:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

donde **L** es la longitud del conductor, **S** su sección y  **$\rho$**  es una constante propia de cada conductor que se denomina resistividad. En el siguiente [enlace](#), puedes ver valores de la resistividad para algunos materiales.

## Símil hidráulico

Para comprender mejor los conceptos explicados en este apartado, puedes ver el siguiente video donde se explican comparando un circuito eléctrico con un circuito hidráulico.

## Circuito Eléctrico. Analogía Hidráulica. 1



*Circuito Eléctrico. Analogía Hidráulica.*

Vídeo alojado en [Youtube](#)

### Comprueba lo aprendido

1. ¿Qué debe existir entre dos puntos de un circuito para que los electrones circulen por él?

- Una diferencia de potencial entre los dos puntos del circuito.
- No tiene que haber ninguna diferencia de potencial, pueden circular libremente por un conductor.



¡Excelente! Te vas enterando estupendamente.



Lo siento, claro que tiene que haber una diferencia de potencial, sino no se mueven, imagínate los dos depósitos de agua a la misma altura, ¿se movería el agua de uno a otro?

#### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

2. ¿Por dónde salen los electrones de una pila?

- Por el polo negativo
- Por el polo positivo



¡Bravo! Estás haciendo un gran trabajo.



¡No puede ser! siempre van de dónde hay más energía (polo negativo) a dónde hay menos (polo positivo)

#### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

3. Si escuchas a alguien decir que la corriente eléctrica en un circuito sale por el polo positivo de la pila y entra por el polo negativo, ¿a qué sentido de la corriente eléctrica se está refiriendo?

- Al sentido real de movimiento de los electrones.
- Al sentido convencional de la corriente eléctrica, contrario al del movimiento de los electrones.

No es cierto. Los electrones se mueven al revés que el sentido convencional de la corriente eléctrica.

¡En efecto! Antes de que se descubriera que los electrones eran los auténticos protagonistas de la corriente eléctrica, se estableció que el sentido de la misma era el que seguirían en un circuito las cargas positivas.

**Solución**

1. Incorrecto
2. Opción correcta

4. Si necesitamos un hilo de cobre que ofrezca mucha resistencia eléctrica, ¿cuál de los siguientes deberíamos elegir?

- Un hilo largo y grueso.
- Un hilo corto y grueso.
- Un hilo largo y delgado.
- Un hilo corto y delgado

No es cierto.

No es cierto.

¡Correcto!

No es cierto.

**Solución**

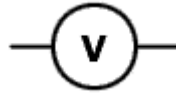
1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

## 2.1. Medida de las magnitudes eléctricas



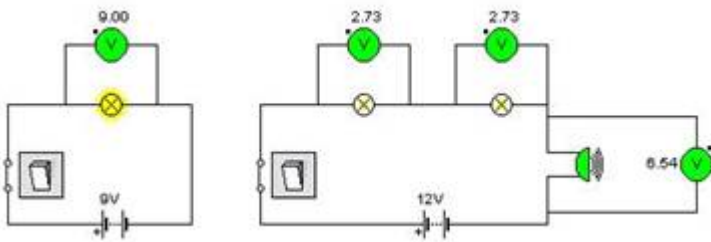
### Medida de la diferencia de potencial

La d.d.p. se puede medir empleando un aparato llamado **voltímetro**. A la medida de la d.d.p. se le suele llamar tensión o voltaje.



Símbolo de un voltímetro

Para medir la diferencia de potencial entre dos puntos se conecta el voltímetro en **paralelo** (porque mide la diferencia entre dos puntos, por ejemplo a la entrada y a la salida de un elemento del circuito). Por ejemplo, si deseamos medir la diferencia de potencial a la que está sometida una bombilla en un circuito, colocaremos el voltímetro conectado a cada extremo de la bombilla.



Observa en los esquemas como se utiliza un voltímetro para medir la caída de tensión en cada bombilla y en el timbre.

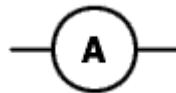
Date cuenta como los 12 V de tensión que suministra la pila se van "repartiendo" entre los elementos que forman el circuito.

### *Importante*

**Un voltímetro siempre debe conectarse en paralelo** (porque mide la diferencia entre dos puntos, por ejemplo a la entrada y a la salida de un elemento del circuito)

### Medida de la intensidad de corriente

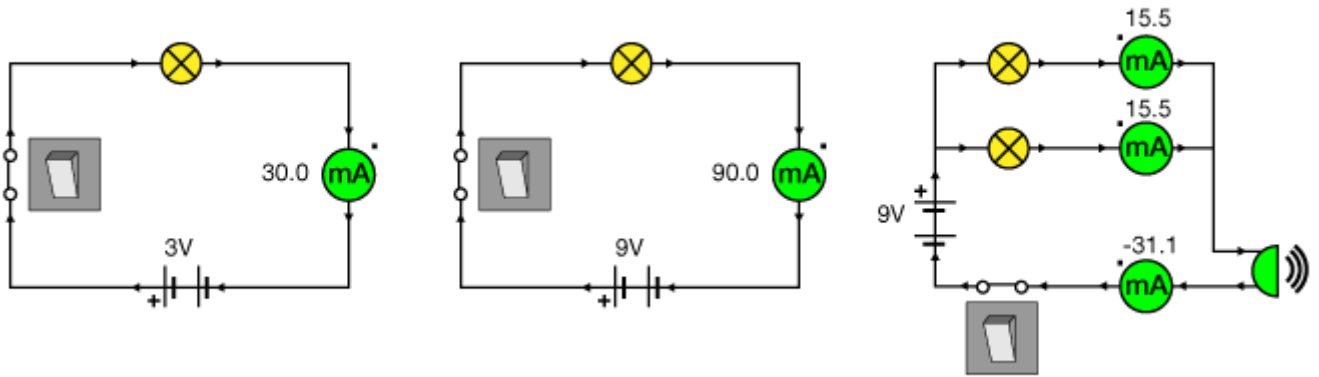
Para medir la  $I$  de un circuito podemos usar un **amperímetro**. Además de intensidad o corriente, a la medida de la intensidad de corriente se le suele llamar amperaje.



Símbolo de un amperímetro

Un amperímetro siempre debe conectarse en **serie** (porque mide los electrones que circulan por un punto determinado)

Observa en los esquemas como se utiliza un amperímetro. Se ha indicado con una flecha el sentido de la corriente.



- Date cuenta como la intensidad de corriente depende del **voltaje** que suministre el generador y de los **elementos** por los que la corriente tenga que pasar.
- Los valores de la intensidad son muy pequeños, están expresados en miliamperios. La lectura de la corriente que pasa por el timbre es negativa porque el amperímetro se ha conectado al revés, con los polos cambiados (el punto indica el polo por el que debiera entrar la corriente).
- Si sumamos las intensidades que pasan por las dos bombillas, obtenemos la intensidad que pasa por el timbre ("los electrones no se esconden", todos los que salen de la pila vuelven a entrar en ella).

### Medida de la resistencia eléctrica

Para medir la R de un circuito se puede emplear un óhmetro u ohmímetro. Para hacer la medida basta con ponerlo en **paralelo** con el dispositivo cuya resistencia queremos medir, pero con el circuito abierto, es decir, sin que esté circulando la corriente eléctrica.

### Polímetros

Se pueden medir las magnitudes eléctricas de un circuito con un solo aparato de medida: el polímetro o multímetro.

Es un instrumento eléctrico portátil que mide directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y tensiones, o pasivas, como las resistencias y otras.

Pueden ser polímetros analógicos o digitales cuya función es la misma, pero que incorporan algunas funcionalidades más.



Polímetros

Imagen de ETSIT UPM en [Wikimedia Commons](#). Dominio público

## Comprueba lo aprendido

---

Completa las siguientes frases y comprueba que lo has entendido todo perfectamente. Elige las palabras de entre las siguientes: serie, voltímetro, paralelo, tensión, amperios, voltios, voltaje, intensidad, resistencia, ohmios, amperímetro, corriente.

El  entre dos puntos de un circuito eléctrico se mide en . El instrumento utilizado para medirla es el , que debe siempre conectarse en .

## Comprueba lo aprendido

---

2. Completa las siguientes frases y comprueba que lo has entendido todo perfectamente. Elige las palabras de entre las siguientes: serie, metros, voltímetro, paralelo, corriente, tensión, tensiómetro, amperios, voltios, carga, voltaje, intensidad, resistencia, ohmios, amperímetro.

La  de  que pasa por un elemento de un circuito eléctrico está relacionada con la  que lo atraviesa cada segundo. Se mide en  y el instrumento utilizado para medirla es el , que debe siempre conectarse en  con el elemento.

## 2.2. Ley de Ohm

En un circuito eléctrico, la tensión, la intensidad de corriente y la resistencia están relacionadas de una forma muy simple: la ley de Ohm.

La ley de Ohm dice:

"La intensidad de corriente que circula por un circuito es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia que presenta el circuito".

### Importante

El voltaje entre dos puntos de un circuito es siempre igual al producto de la intensidad de corriente que circula entre esos dos puntos por la resistencia eléctrica que haya entre ellos.

Matemáticamente se expresa así:

$$\text{TENSIÓN} = \text{INTENSIDAD} \times \text{RESISTENCIA}$$
$$V = I \times R$$

En la siguiente animación puedes mover los cursores para comprobar cómo están relacionados las tres magnitudes más importantes de un circuito: tensión o voltaje, intensidad de corriente y resistencia.

**V = I R**

Voltage: 4.5 V  
Resistance: 500 Ω

current = 9.0 mA

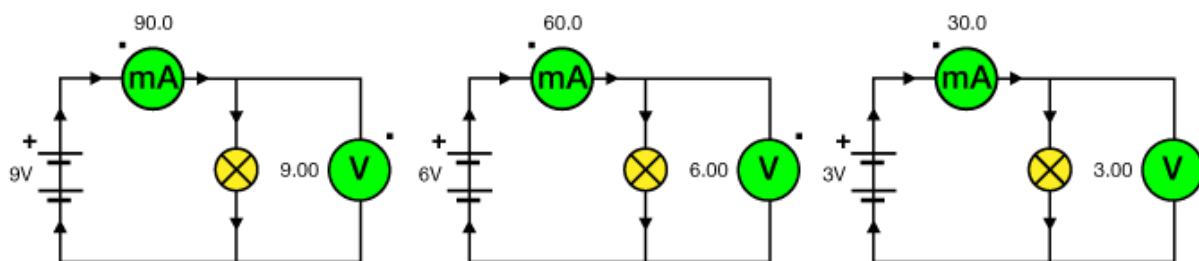
Ohm's Law

PhET



## Ejercicio resuelto

Observa en los siguientes ejemplos cómo se cumple la ley de Ohm:



En los tres circuitos el amperímetro mide la intensidad de corriente que circula por la bombilla, y el voltímetro el voltaje entre sus extremos (que coincide con el de la pila en los tres casos).

Haz las cuentas necesarias y observa que al dividir lo que marca el voltímetro (el voltaje) entre lo que marca el amperímetro (la intensidad de corriente) obtenemos siempre el mismo valor.

## Comprueba lo aprendido

1. El valor que has obtenido en las divisiones anteriores, ¿qué es?

- La tensión suministrada por la pila.
- La resistencia de la bombilla.
- La carga eléctrica que circula por la bombilla.

Me parece que debes repasar otro poco.

¡Muy bien! Has acertado.

¡Uy! Vas a tener que repasar otra vez.

### Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto

2. ¿Cuál es el valor concreto que has obtenido?

- 0,1  $\Omega$ .
- 0,1 C.
- 1000 C.
- 100  $\Omega$ .

¡Por poco! ¡Ten cuidado con las unidades! Fíjate que el voltímetro está marcando en voltios, pero el amperímetro no está marcando en amperios, sino en miliamperios (1 A = 0,001 mA)



Lo que has obtenido es el valor de una resistencia eléctrica y el culombio, C, no es la unidad de resistencia, sino de carga eléctrica.



Lo que has obtenido es el valor de una resistencia eléctrica y el culombio, C, no es la unidad de resistencia, sino de carga eléctrica.



¡Excelente! Porque al dividir 6 voltios entre 0,06 A (60 mA son 0,06 A) nos da 100  $\Omega$ . Lo mismo que al dividir 9 V entre 0,09 A o 3 V entre 0,03 A.

### **Solución**

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 2.3. Potencia eléctrica



### Energía eléctrica consumida por un circuito

La energía que un generador produce para mantener una corriente es consumida por los receptores. Esta energía puede ser transformada en diferentes tipos de energía dependiendo del tipo de receptor:

- Motores: transforman la energía eléctrica en mecánica de rotación.
- Lámparas: transforman la energía eléctrica en energía luminosa.
- Radiadores: transforman la energía eléctrica en calor.

Cuando una corriente **I** fluye por un circuito eléctrico, bajo una tensión **V**, la energía consumida por el circuito en un tiempo determinado **t** se expresa de la siguiente manera:

$$\text{ENERGÍA} = \text{TENSIÓN} \times \text{INTENSIDAD} \times \text{TIEMPO}$$
$$E = V \cdot I \cdot t$$

Aplicando la ley de Ohm,  $V = I \cdot R$ , podemos poner que la energía consumida por el circuito se expresa:

$$\text{ENERGÍA} = \text{INTENSIDAD}^2 \times \text{RESISTENCIA} \times \text{TIEMPO}$$
$$E = I^2 \cdot R \cdot t$$

La energía se mide, en el sistema internacional, en **julios** (J).

### Potencia eléctrica

Si expresamos la energía que suministra el generador por segundo tenemos la potencia eléctrica que ofrece el generador. Así, podemos definir la potencia de la siguiente manera:

"La potencia eléctrica es la energía que proporciona el generador a los electrones cada segundo o la energía que consume un dispositivo conectado a un circuito cada segundo."

Como hemos visto arriba, la energía en un circuito eléctrico se calcula  $E = V \cdot I \cdot t$ . Si dividimos la energía que se pone en juego en el circuito entre el tiempo que está circulando la corriente tenemos la expresión de la potencia:

*Importante*

$$\text{POTENCIA} = \text{VOLTAJE} \times \text{INTENSIDAD}$$
$$P = V \times I$$

Una manera de recordar la expresión de la potencia es usando un triángulo como el siguiente:

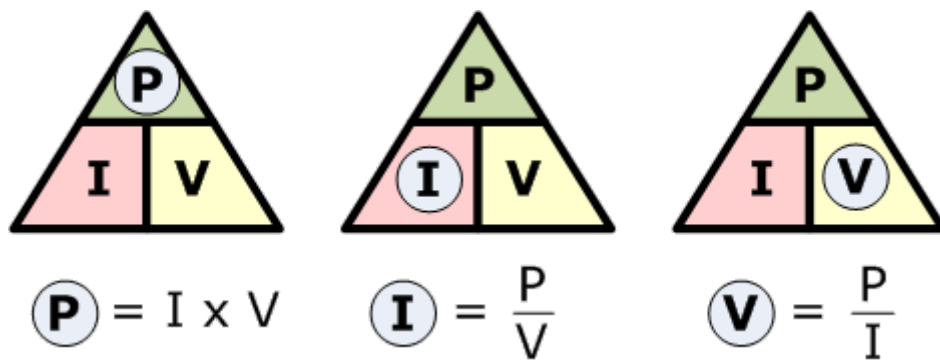


Imagen de elaboración propia

Memoriza las posiciones de los símbolos. P es potencia, V es tensión e I es intensidad. Si deseas conocer la potencia, cubre su símbolo y lo que queda es  $I \times V$ . ¿Quieres saber el voltaje? Cúbrela y lo que queda es  $P \div I$ , o la potencia dividida por la intensidad.

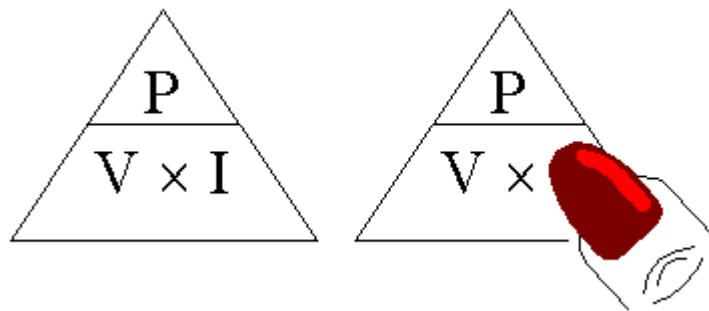


Imagen de elaboración propia

Su unidad de medida de la potencia es el **watio (W)**, aunque se emplea con mucha frecuencia su múltiplo, el **kilowatio (kW)**.

**ATENCIÓN:** No confundas el **kW·h** con una unidad de potencia, pues es el producto de potencia (kW) por tiempo (h), luego es una unidad de **energía** (recuerda que  $E = V \cdot I \cdot t = P \cdot t$ )

### PRACTICA TÚ

En la siguiente animación, introduce dos valores de magnitudes eléctricas (Potencia, P, Voltaje, V, o intensidad I) y calcula el tercero. Puedes comprobar si has resuelto de forma correcta el triángulo pulsando CALCULATE.



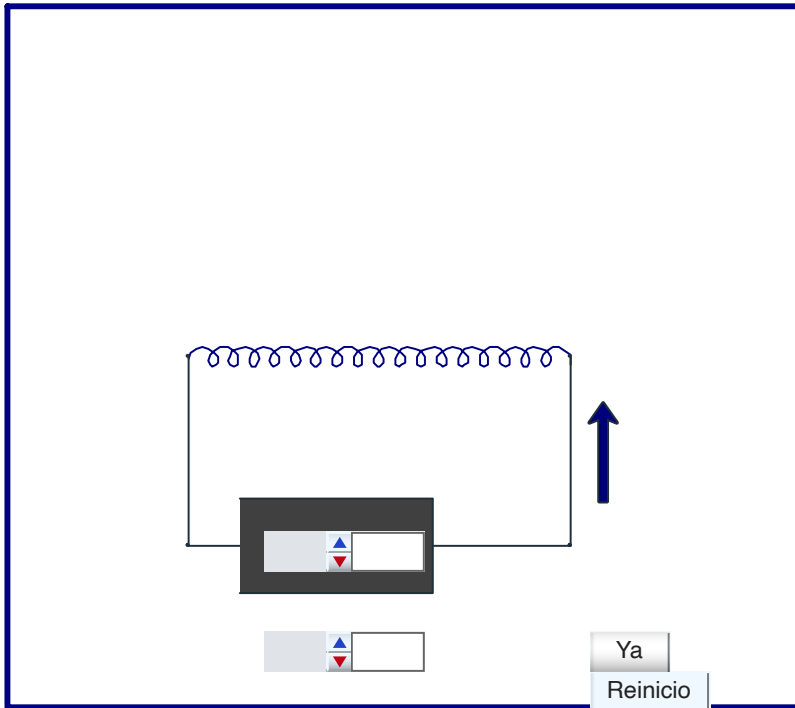
*Applet alojado en [GeoGebra](#). Licencia [CC](#)*

## 2.4. Ley de Joule

Veamos ahora en qué se emplea la energía consumida por un circuito eléctrico.

El caso más sencillo es el que vemos en la animación siguiente: una resistencia unida a un generador. Se produce un calor  $Q$ .

Puedes variar los valores de la tensión  $V$  y de la resistencia  $R$  y comprueba qué sucede con el calor  $Q$  generado.



Escena de José Luis San Emeterio en [Proyecto Descartes](#). Licencia [CC](#)

Los electrones que recorren el circuito adquieren energía del generador, pero la pierden en choques con los átomos del conductor, en forma de calor irradiado al ambiente.

Joule estudió este fenómeno, y dedujo la siguiente relación: el calor que se producía era el resultante de multiplicar la resistencia del conductor por el cuadrado de la intensidad que lo recorría y por el tiempo que estaba conectado al generador. Esta relación se conoce como Ley de Joule.

### *Importante*

Le **ley de Joule** nos dice que el calor generado al atravesar una corriente  $I$ , un conductor de resistencia  $R$  durante un tiempo  $t$  es igual a

$$Q = I^2 \times R \times t$$

Si el valor de  $Q$  lo queremos expresar en calorías, basta recordar que  $1 \text{ J} = 0,24 \text{ calorías}$ . La expresión resultante es  $Q = I^2 \times R \times t \times 0,24 \text{ cal}$



Animación de José Luis San Emeterio en [Proyecto Descartes](#). Licencia [CC](#)

### 3. Tipos de circuitos: conexiones



Por complicado que pueda llegar a ser un circuito eléctrico **solo hay dos modos básicos de conectar componentes en un circuito**: conexionado en serie o conexionado en paralelo.

2 bombillas en serie	2 bombillas en paralelo	2 pilas de 9 V en serie	2 pilas de 9 V en paralelo

- **En serie**, si se pone un componente detrás de otro, solo hay un único camino para el paso de la corriente.
- **En paralelo**, si se conectan los componentes formando ramas separadas, sí hay diferentes caminos para el paso de la corriente.

Según lo que se quiera conseguir con la conexión, se debe emplear una conexión en serie o una en paralelo. En la siguiente tabla se resumen las conexiones de generadores (pilas) y de receptores (se toma como ejemplo las lámparas):

	Pilas	Lámparas
EN SERIE	Se suministra al circuito <b>más voltaje</b> que si solo se emplea una pila. <b>No aumenta la duración de las pilas.</b>	Por las dos circula la <b>misma intensidad</b> de corriente y <b>se reparten la tensión</b> que suministra la pila. Cada una de ellas <b>lucirá menos</b> que si estuviera sola y consumirá <b>menos potencia</b> .
EN PARALELO	Se sigue suministrando al circuito el <b>mismo voltaje</b> que con una sola pila. <b>Aumenta la duración de las pilas.</b>	En los extremos de la conexión cae la <b>misma tensión</b> que si estuviese una sola lámpara. Cada una de ellas <b>lucirá igual</b> que si estuviese sola y consumirá la <b>misma potencia</b> .

### Comprueba lo aprendido

1. ¿Cómo debemos conectar varias pilas si queremos obtener más tensión que la suministrada por una sola de ellas?

- En serie  
 En paralelo



¡Eso es! Conectándolas en serie suministran un voltaje igual a la suma de los voltajes que suministra cada una por separado.



Que va, lo que conseguiríamos es aumentar su duración, pero el voltaje que suministraríamos al circuito sería el de una sola pila.

#### Solución


1. Opción correcta
2. Incorrecto


2. ¿Cómo crees que están conectados los aparatos eléctricos en tu casa, en serie o en paralelo? (Piensa que si uno deja de funcionar, los demás siguen funcionando sin problemas)



problemas)

- En serie.
- En paralelo

 Lo siento, si fuese así, al fundirse una bombilla los demás aparatos, en serie con ella, no recibirían corriente y no funcionarían.

 ¡Muy bien! Así la tensión llega a todos al "mismo tiempo" por caminos distintos, por lo tanto independientes.

**Solución**

1. Incorrecto
2. Opción correcta

### 3.1. Asociación en serie

Dos o más elementos de un circuito están asociados en **serie** si están conectados de modo que la corriente pase por todos ellos, uno a continuación del otro.

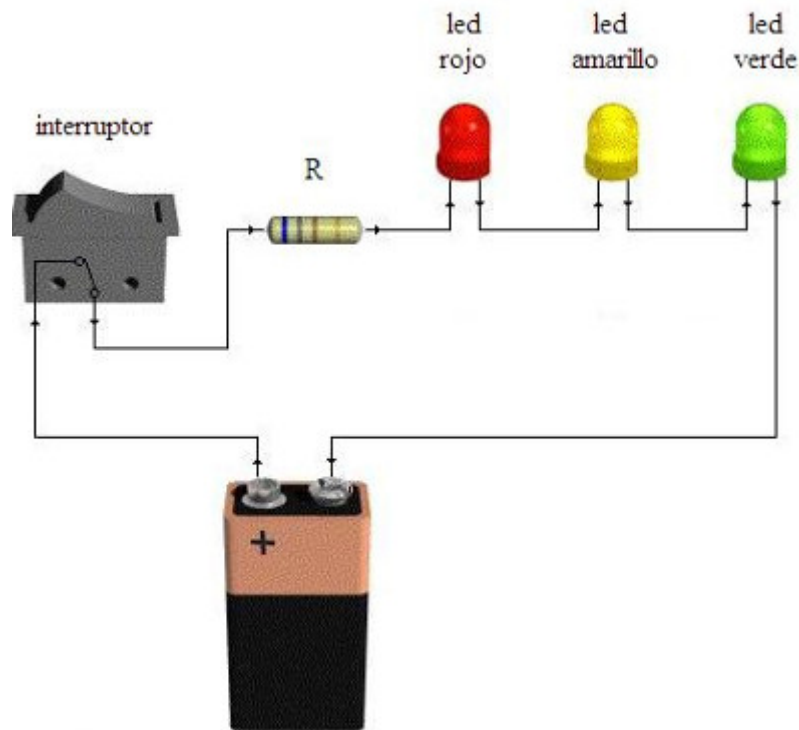


Imagen de Rosarino en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

La resistencia equivalente **Req** en este circuito es igual a la **suma** de las resistencias individuales que contiene.

#### *Importante*

En un circuito serie, la resistencia total **Req** es igual a la suma de todas las resistencias ( $R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ ). Si hay dos resistencias en serie, la resistencia equivalente del circuito es:

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

La **intensidad** que pasa por las resistencias es la misma y se puede calcular aplicando la ley de Ohm. En el

caso de dos resistencias en serie:

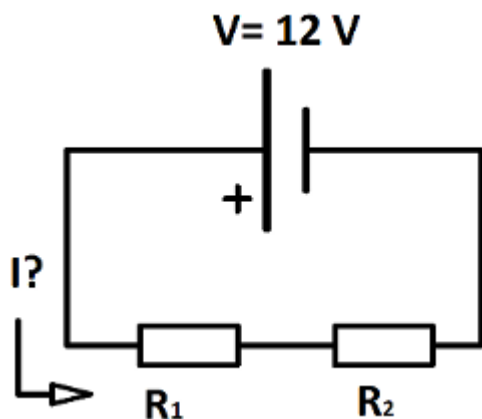
$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Por otra parte, la tensión que suministra la pila se reparte entre cada elemento del circuito:

$$V = V_1 + V_2$$

## Ejercicio resuelto

Dado el siguiente circuito, si  $R_1 = 2 \Omega$  y  $R_2 = 4 \Omega$ , calcula la resistencia equivalente, la intensidad que recorre el circuito, las tensiones a la que se encuentran las dos resistencias y la potencia total que consumen los receptores.



### Mostrar retroalimentación

a)  $R_{eq} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6 \Omega$

b) Aplicando la ley de Ohm:  $I = V/R_{eq} = 12/6 = 2\text{ A}$

c) La tensión a la que se encuentra la  $R_1$  la calculo aplicando la ley de Ohm:  $V_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 2 = 4\text{ V}$


Y la tensión a la que se encuentra la  $R_2$ :  $V_2 = I \cdot R_2 = 2 \cdot 4 = 8\text{ V}$

Se comprueba que la tensión que suministra el generador se reparte entre las resistencias:  $V = V_1 + V_2$

d) La potencia total que consume el circuito se calcula aplicando la definición de potencia:  $P = V \cdot I = 12 \cdot 2 = 24\text{ W}$ .

**PRACTICA TÚ**

**Ejercicio 1:**

Calcula la resistencia equivalente, la tensión y la intensidad que circula por un circuito de tres resistencias conectadas en serie. 

Recopilando datos:

**Resistencias:**

$$R_1 = 5 \ \Omega$$

$$R_2 = 2 \ \Omega$$

$$R_3 = 21 \ \Omega$$

**Tensión de la pila:**

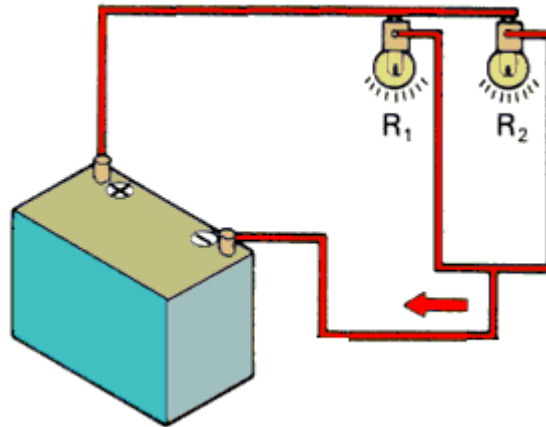
$$V = 890 \text{ V}$$

## 3.2. Asociación en paralelo

Una asociación en paralelo tiene más de una trayectoria para el flujo de corriente. Se aplica la misma tensión a través de cada rama.

Si la resistencia de carga en cada rama es la misma, la intensidad de corriente que circula por cada rama será la misma. Por el contrario, si la resistencia en cada rama es diferente, la intensidad de corriente en cada rama será diferente.

Si una rama del circuito está abierta, la corriente continuará fluyendo hacia las otras ramas.



Asociación en paralelo  
Imagen de elaboración propia

### Importante

La resistencia equivalente  **$R_{eq}$**  en este circuito se calcula de la siguiente forma: el inverso de la  $R_{eq}$  es la suma de los inversos de las resistencias individuales.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

En el caso de dos resistencias, la resistencia equivalente del circuito será:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

De lo anterior, la intensidad de corriente total  $I$  que fluye por el circuito se puede determinar a partir de la ley de Ohm como sigue:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}} = V \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

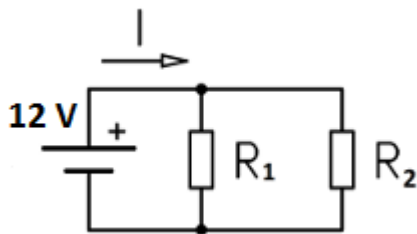
Esta es la intensidad de corriente total, que se reparte entre cada rama del circuito. Así, en el caso de haber dos ramas:  $I = I_1 + I_2$

Dado que la tensión  $V$  del generador se aplica por igual a todas las resistencias (por estar conectadas a puntos comunes), la intensidad de las corrientes  $I_1$  e  $I_2$  se pueden determinar a partir de la ley de Ohm como sigue:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \qquad I_2 = \frac{V}{R_2}$$

## Ejercicio resuelto

Dado el siguiente circuito, si  $R_1 = 6 \, \Omega$  y  $R_2 = 3 \, \Omega$ , calcula la resistencia equivalente, la intensidad total que suministra el generador, la intensidad que recorre cada rama del circuito y la potencia total que consumen los receptores.



Mostrar retroalimentación

a)

$$R_{\text{eq}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$
$$= \frac{6 \, \Omega \times 3 \, \Omega}{6 \, \Omega + 3 \, \Omega} = \frac{18 \, \Omega}{9 \, \Omega} = 2 \, \Omega$$

b) Aplicando la ley de Ohm:  $I = \frac{V}{R_{\text{eq}}} = \frac{12 \, \text{V}}{2 \, \Omega} = 6 \, \text{A}$

c)


$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12 \, \text{V}}{6 \, \Omega} = 2 \, \text{A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12 \, \text{V}}{3 \, \Omega} = 4 \, \text{A}$$

d)  $P = V \cdot I = 12 \cdot 6 = 78 \, \text{W}$

## PRACTICA TÚ

### Ejercicio 1:

Calcula la resistencia equivalente, la tensión y la intensidad que circula por un circuito de tres resistencias conectadas en paralelo. 

Recopilando datos:

#### Resistencias:

$$R_1 = 15 \, \Omega$$

$$R_2 = 12 \, \Omega$$

$$R_3 = 29 \, \Omega$$

Tensión de la pila:

$$V = 890 \, V$$

## 4. Electrónica

Los circuitos electrónicos son un tipo de circuitos eléctricos que utilizan componentes específicos (componentes electrónicos).

La electrónica está tan presente en nuestra vida como lo está la electricidad: los teléfonos móviles y las tablets, la televisión, el ordenador, las videoconsolas, los mandos a distancia, el portero automático, la cámara de fotos, el horno, el microondas... En todos estos dispositivos se pueden encontrar circuitos electrónicos.

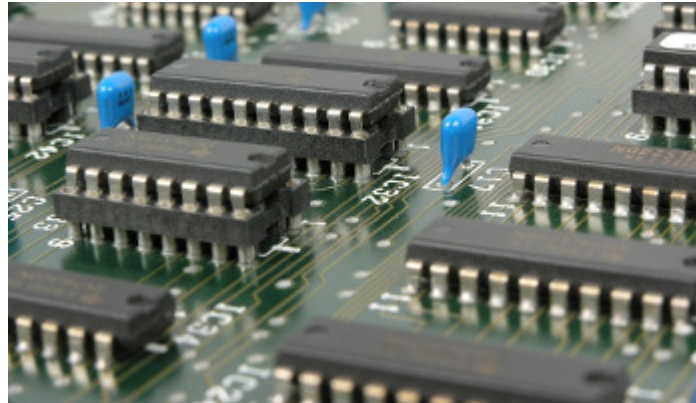


Imagen en [Pixabay](#). Dominio público

Muchos de estos componentes electrónicos están fabricados por materiales **semiconductores**, que permiten el paso o no de la corriente en determinadas circunstancias.

### Fuentes de alimentación

Los circuitos electrónicos funcionan con **corriente continua**. Por diversos motivos, en los enchufes de nuestras casas disponemos solo de corriente alterna. Por eso, no podemos enchufar directamente a ellos los aparatos electrónicos.

Para poder conectar los circuitos electrónicos a la red eléctrica hay dispositivos que permiten convertir la corriente alterna en corriente continua: **las fuentes de alimentación**.

Todos los aparatos electrónicos que enchufamos a la red o bien disponen internamente de una fuente de alimentación (por ejemplo: televisores, ordenadores...) o bien se conectan a través de una fuente de alimentación (que recibe nombres muy variados: transformador, convertidor, cargador, alimentador...)

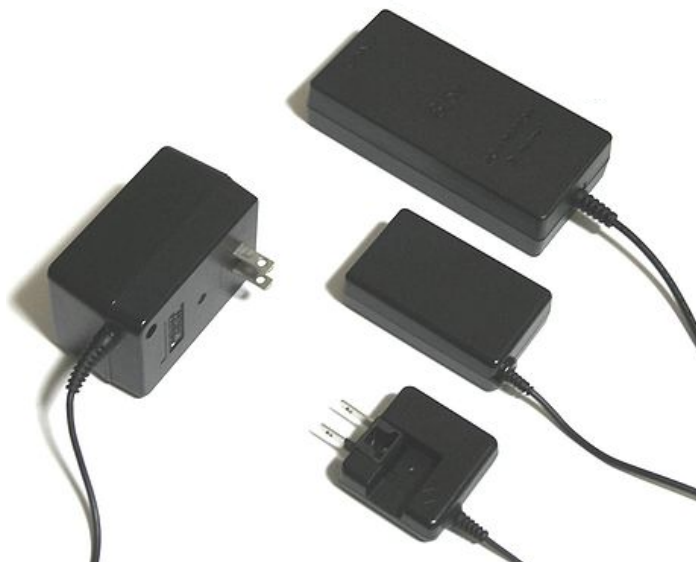


Imagen de Qurren en [Wikimedia Commons](#). Licencia CC

En el siguiente apartado vamos a ver los componentes básicos de un circuito electrónico, que se suelen montar en placas como la que se muestra en la imagen:



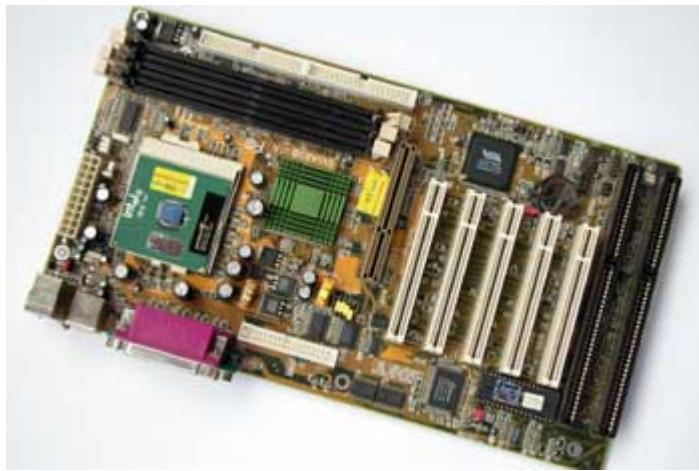


Imagen de J. Trabadela en [INTEF](#). Licencia [CC](#)

## 4.1. Componentes electrónicos

### Resistencias

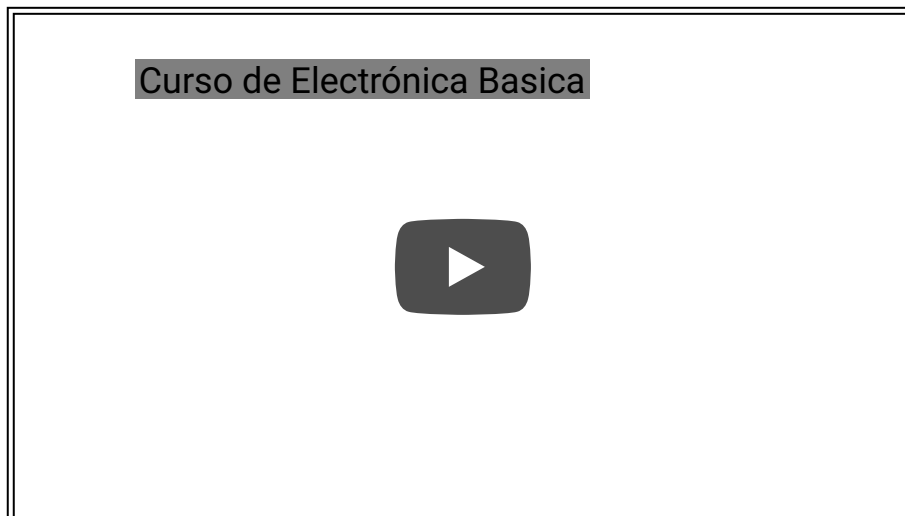
En electrónica se trabaja con resistencias más pequeñas que en los circuitos eléctricos, aunque su función es la misma: al oponerse al paso de la corriente, limitan el valor de la intensidad que pasa por el circuito.

En la imagen se muestran las resistencias usadas en los circuitos electrónicos. Están fabricadas normalmente de carbono.



Imagen de Afrank99 en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

Las bandas de colores que aparecen en las resistencias nos sirven para saber cuántos ohmios ( $\Omega$ ) tienen. En el siguiente video se explica cómo se leen los colores de una resistencia:



*Curso de electrónica básica*

*Vídeo alojado en [Youtube](#)*

En los circuitos electrónicos también encontramos resistencias variables: los **potenciómetros**.

Algunos potenciómetros tienen una palanca para que podamos modificar su valor girándola. En otros, su valor se modifica haciendo girar la pieza de dentro con un destornillador.

En la imagen se muestran dos potenciómetros: uno con palanca y otro sin palanca.



*Potenciómetros*

Imágenes en [Wikimedia](#). Licencia [CC](#)

Hay otras resistencias, también variables como los potenciómetros, pero que tienen la propiedad de que su valor varía en función de la luz que reciben: las fotoresistencias o **LDR** (Light Dependant Resistor).



Imagen de Arnau en [Wikimedia](#). Licencia [CC](#)

## Diodos

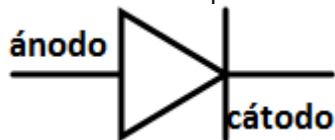
Los diodos son componentes semiconductores que dejan pasar la corriente en un sentido y la bloquean en el sentido contrario.



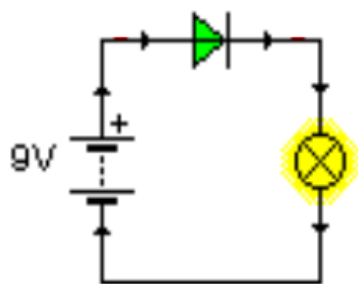
*Diodo*

Imagen de Wiltron en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

Está formado por dos electrodos: al ánodo y el cátodo. El símbolo del diodo es el siguiente

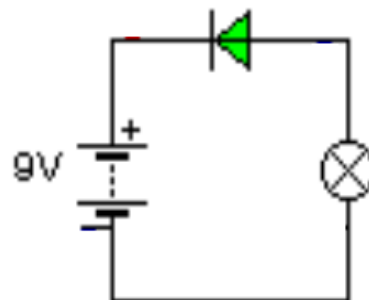


Su funcionamiento puede ser en polarización directa, cuando permite el paso de la corriente, o en polarización inversa, cuando no permite el paso de la corriente. Lo podemos ver en las siguientes imágenes:



*Polarización directa de un diodo*

Imagen de elaboración propia



*Polarización inversa de un diodo*

Imagen de elaboración propia

En polarización directa, el ánodo del diodo se conecta al polo positivo del generador y en inversa al polo negativo.

Un tipo de diodos muy presente en los circuitos electrónicos son los diodos LED (Light Emitter Diode), muy usados actualmente en iluminación. Estos diodos emiten luz cuando trabajan en polarización directa.

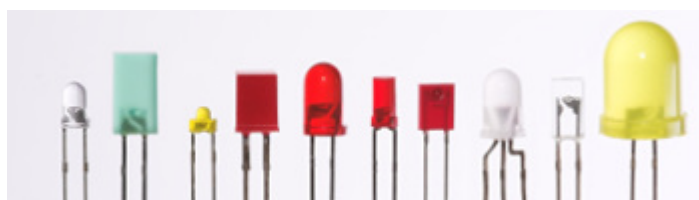


Imagen de Afrank99 en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

## Condensadores

Son componentes capaces de acumular carga eléctrica que luego pueden liberar cuando interese, es decir, pueden proporcionar corriente durante un tiempo limitado.



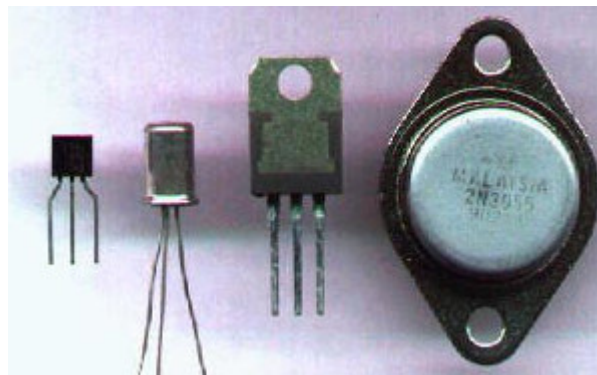
Condensadores

Imagen de Benutzer en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

La **capacidad** del condensador nos indica la cantidad de carga que éste puede acumular. Se mide en faradios (F) o, si es pequeña, en milifaradios (mF) o microfaradios ( $\mu$ F).

## Transistores

Son dispositivos semiconductores que constan de tres terminales llamados emisor (E), base (B) y colector (C).

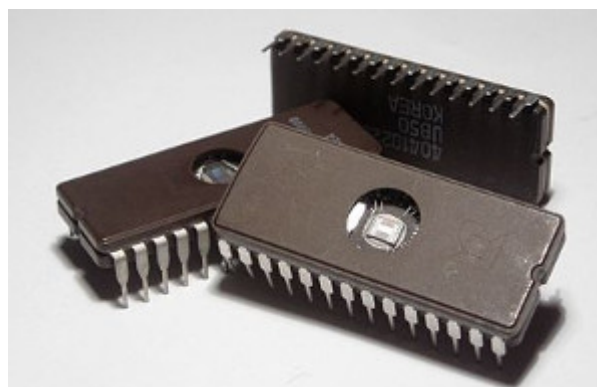


Transistores

Imagen de BethOhara en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

Dependiendo de la tensión a la que se conecte y de su conexionado puede funcionar como un **interruptor** (abierto o cerrado) o como un **amplificador** de corriente.

Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario tales como teléfonos, tablets, radios, televisores, reproductores de audio y video, ordenadores, lámparas fluorescentes, etc., aunque casi siempre dentro de los llamados **circuitos integrados**, como el que se muestra en la imagen.



Circuitos integrados

Imagen de Zephyris en [Wikimedia Commons](#). Licencia [CC](#)

*Importante*

Los componentes electrónicos básicos más utilizados son las resistencias, los diodos, los condensadores y los transistores.

## Comprueba lo aprendido

1. La imagen representa un dispositivo electrónico. ¿Cuál?



Una resistencia

-----

Un diodo

-----

Un condensador

-----

Un transistor

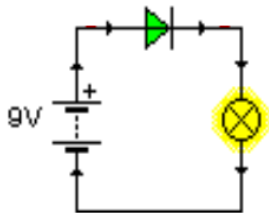
-----

**Mostrar retroalimentación**

### Solución

1. Correcto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

La imagen representa un diodo conectado a un circuito. ¿Cómo es su régimen de funcionamiento?



Polarización inversa.

-----

Polarización directa.

-----

**Mostrar retroalimentación**

**Solución**

1. Incorrecto
2. Correcto

Los dispositivos capaces de acumular carga para soltarla posteriormente se llaman...

Diodos

Condensadores

Transistores

**Mostrar retroalimentación**

**Solución**

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Incorrecto

## Importante

Una **corriente eléctrica** es un movimiento ordenado de cargas libres, normalmente de electrones, a través de un medio material.

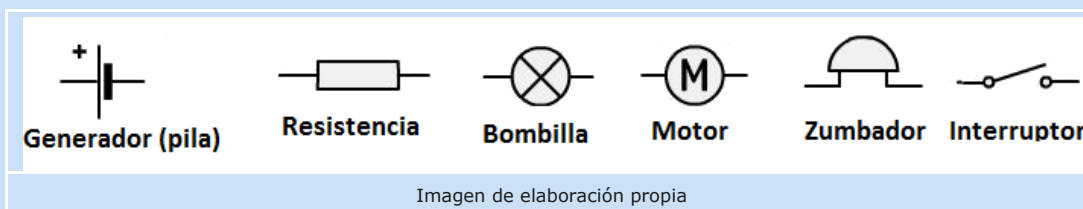
Los materiales, desde el punto de vista de la circulación de la corriente eléctrica pueden ser:

- **Conductores**, permitiendo el paso de la corriente, como los metales
- **Aislantes**, impidiendo o dificultando mucho el paso de la corriente, como los

## Importante

Un **circuito eléctrico** es un recorrido cerrado de un material conductor por el que circulan las cargas libres y que consta de un generador, un receptor o receptores y elementos de control y de protección.

Los elementos de un circuito eléctrico se representan por símbolos, siendo los más sencillos los siguientes:



## Importante

Las principales magnitudes que rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos son:

- **Diferencia de potencial** o tensión o voltaje: la energía que el generador suministra a una carga para moverla entre dos puntos del circuito. Se suele representar por la letra V y se mide en voltios (V) en el Sistema Internacional.
- **Intensidad de corriente**: cantidad de carga eléctrica que pasa cada segundo por la sección de un conductor. Se representa por I y su unidad es el amperio (A).
- **Resistencia**: es una medida de la oposición que presenta un dispositivo eléctrico al movimiento de los electrones a través de él. Se representa por R y se mide en ohmios ( $\Omega$ ).

Las magnitudes anteriores están relacionadas por la **Ley de Ohm**:  $V = I \cdot R$

La **energía** que se pone en juego en el circuito eléctrico se expresa como  $E = V \cdot I \cdot t$ , siendo t el tiempo que está conectado el generador al circuito.

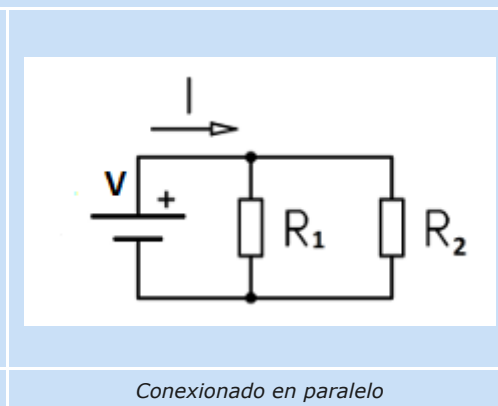
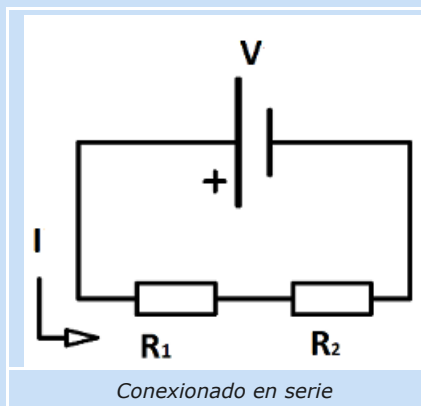
La **potencia eléctrica**  $P$  es la energía por unidad de tiempo y se calcula multiplicando la tensión por la intensidad. Se mide en vatios (W).  $P = V \cdot I$ .

Al atravesar la corriente eléctrica un conductor se produce un efecto térmico, desprendiéndose calor. Este calor se puede calcular por la **Ley de Joule**:  $Q = I^2 \cdot R \cdot t$

## Importante

Hay dos formas básicas de conectar los elementos de un circuito

- **En serie**, si se pone un componente detrás de otro, solo hay un único camino para el paso de la corriente.
- **En paralelo**, si se conectan los componentes formando ramas separadas, sí hay diferentes caminos para el paso de la corriente.



## Importante

Los circuitos electrónicos son un tipo de circuitos eléctricos que utilizan componentes específicos (componentes electrónicos).

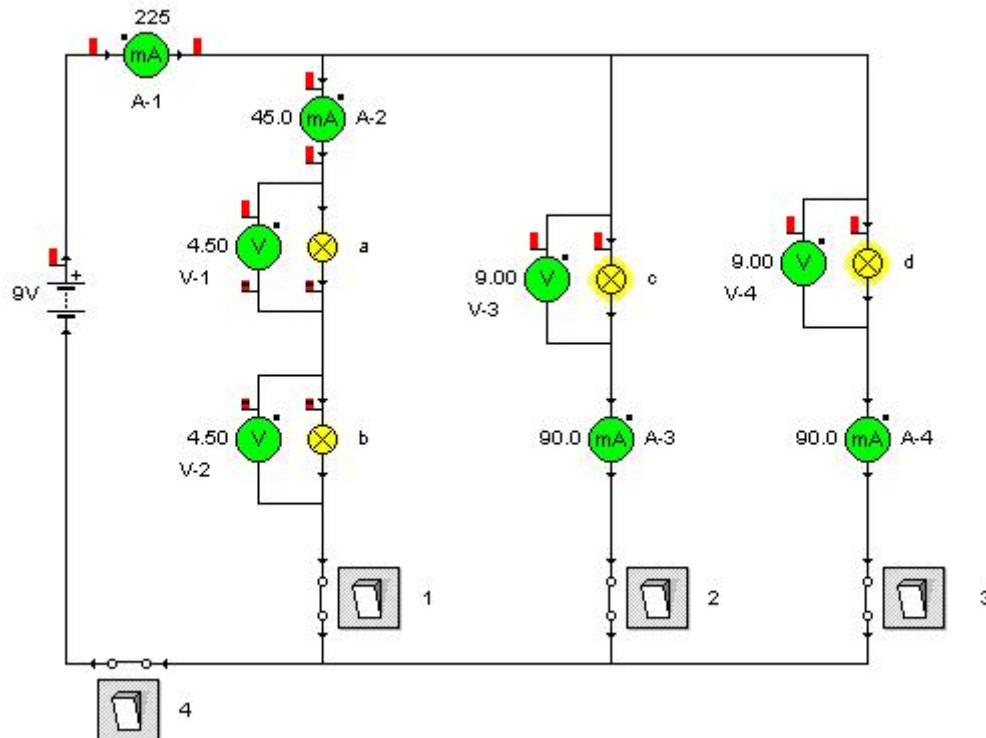
Los componentes electrónicos más sencillos y habituales son las resistencias, los diodos, los condensadores y los transistores.





## Actividad de lectura

1. Vamos a fijarnos muy bien en el siguientes circuito, por que vas a tener que contestar una serie de preguntas, no te preocupes, no son difíciles:



- Empecemos por identificar los elementos que lo componen. Cita todos los elementos que lo componen indicando el número de cada uno y su función.
- ¿Cuántas ramas independientes ves?
- ¿Qué elementos están en serie?
- ¿Qué elementos están en paralelo?
- Podrías explicar por qué las bombillas **c** y **d** brillan más?
- Observa las diferentes medidas realizadas con el amperímetro. Cómo explicarías esos resultados.
- ¿Por qué si el voltaje de la pila es de 9 V, en las bombillas **a** y **b** se produce una caída de 4,5 V de tensión y en **c** y **d** de 9 V?
- Si abrimos el interruptor **1** ¿qué bombillas lucirán? ¿Y si abrimos el **4**?
- ¿Tienen todas las bombillas la misma resistencia?
- ¿Qué tendría que ocurrir para que sólo brillara la bombilla **d**?

### Mostrar retroalimentación

Veamos si lo has hecho correctamente ¿vale?

a.

Elementos del circuito:

- Cuatro bombillas (a, b, c, d), que transforman la energía eléctrica en luminosa.
- Una pila de 9 V, generador de corriente continua.
- Cuatro interruptores (1, 2, 3 y 4) permiten que pase la corriente (cerrado) o impiden su paso (abierto), es decir, controlan el paso de corriente.
- Cuatro voltímetros (V-1, V-2, V-3 y V-4) miden la diferencia de

• Cuatro voltímetros ( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  y  $v_4$ ), miden la diferencia de potencial entre 2 puntos. En nuestro circuito miden la caída de tensión que se produce en cada bombilla.

● Cuatro amperímetros (A-1, A-2, A-3 y A-4), miden la intensidad de corriente que pasa por ellos, es decir, la cantidad de electrones que circulan por el circuito.

b.

Se ven claramente tres ramas o caminos independientes (tres circuitos paralelos), cada uno de ellos controlado por interruptor (los interruptores **1**, **2** y **3**).

c.

En la rama que controla el interruptor 1:

- Bombillas: a y b,
- Amperímetros: A-1 y A-2
- Interruptores: 1 y 4
- Pila

En la rama que controla el interruptor 2:

- Bombilla c
- Amperímetros: A-3 y A-1
- Interruptores 2 y 4
- Pila

En la rama que controla el interruptor 3:

- Bombilla d
- Amperímetros: A-4 y A-1
- Interruptores 3 y 4
- Pila

d.

Los cuatro voltímetros. Cada uno de ellos está en paralelo con la bombilla cuya caída de tensión mide.

e.

Porque a la bombilla **c** y a la **d** les llega todo el voltaje de la pila directamente a ellas, no se reparte con ninguna otra bombilla, por eso lucen a tope, a diferencia de las bombillas **a** y **b** que están en serie y se tienen que repartir el voltaje de la pila entre las dos, 4,5 V cada una, por eso lucen menos.

f.

Por el amperímetro A-1 pasan todos los electrones del circuito, por eso la intensidad que marca es la suma de la cantidad de electrones que van por cada camino ( $90 \text{ mA} + 90 \text{ mA} + 45 \text{ mA} = 225 \text{ mA}$ ). En el amperímetro A-2 pasan la mitad de electrones que en los otros dos caminos porque al repartirse el voltaje entre las dos bombillas y brillar con menos intensidad, necesitan la mitad de electrones.

g.

Por que las bombillas **a** y **b** están en serie y el voltaje de la pila se debe repartir entre las 2. Las bombillas **c** y **d** reciben el voltaje íntegro de la pila ya que no tienen que repartir con ningún otro elemento en serie con ellas que produzca una caída de tensión.

h.

Si abrimos el interruptor **1**: lucirán las bombillas **c** y **d**. Si abrimos el **4** no lucirá ninguna.

i.

Sí, si aplicamos la ley de Ohm:  $R = V/I$  a cada bombilla, vemos que:

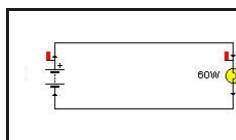
- En las bombillas a y b:  $R = 4,5 \text{ V} / 0,045 \text{ A} = 100 \Omega$
- En las bombillas c y d:  $R = 9 \text{ V} / 0,09 \text{ A} = 100 \Omega$

j.

Deberíamos abrir el interruptor **1** y **2** y cerrar el **3** y **4**.

## Actividad de lectura

2. Ahora verás un problema resuelto, lo deberás leer atentamente y revisar las soluciones propuestas para responder a las preguntas que te vamos a plantear al final:



Supongamos que la bombilla de filamento tiene una resistencia de voltaje debería suministrar la pila para que por la bombilla pasara uno de 5 A?  
¿Luciría la bombilla con su máxima potencia?

### Solución:

- Para responder a la primera pregunta, tan solo tendremos que sustituir los datos en la fórmula de la ley de Ohm:

$$V = R \times I$$

$$V = 2 \Omega \times 5 A = 10 V$$

- Y para responder a la segunda, aplicaremos la fórmula de la potencia:

$$P = V \times I$$

Usamos el voltaje recién calculado (10 V) y sustituimos:

$$P = 10 V \times 5 A = 50 W, \text{ luce a } 50 W$$

No lucirá con la máxima potencia de 60 W, para que lo haga necesitará una pila de 12 V:

$$V = P / I$$

$$V = 60 W / 5 A = 12 V$$

Ahora deberás elegir la respuesta correcta de entre las siguientes afirmaciones:

- La solución del problema es incorrecta, porque la ley de Ohm está mal expresada, las unidades de las magnitudes no son las adecuadas.
- La solución del problema es incorrecta porque una bombilla siempre lucirá con la máxima potencia, la que se indica en su envase.
- La solución del problema es correcta.
- La solución del problema es incorrecta porque esos voltajes ( 10 V y 12 V) son los de una pila y no son suficientes para que brille una bombilla de 60 W.

### Mostrar retroalimentación

Veamos si has elegido correctamente:

- La frase correcta es la **c**.
- La frase **a** es incorrecta, porque tanto la ley de Ohm, como la fórmula de la potencia, están correctamente utilizadas, así como las unidades de las magnitudes.
- La frase **b** es incorrecta, porque la potencia que se indica en las bombillas es la máxima que pueden consumir, si el voltaje utilizado es el adecuado.
- La frase **d** es incorrecta, porque con esos voltajes esa bombilla de 2  $\Omega$  de resistencia claro que brilla, a 50 y 60 W respectivamente, como hemos calculado.

## Aviso Legal

---

El presente texto (en adelante, el "**Aviso Legal**") regula el acceso y el uso de los contenidos desde los que se enlaza. La utilización de estos contenidos atribuye la condición de usuario del mismo (en adelante, el "**Usuario**") e implica la aceptación plena y sin reservas de todas y cada una de las disposiciones incluidas en este Aviso Legal publicado en el momento de acceso al sitio web. Tal y como se explica más adelante, la autoría de estos materiales corresponde a un trabajo de la **Comunidad Autónoma Andaluza, Consejería de Educación y Deporte (en adelante Consejería de Educación y Deporte)**.

Con el fin de mejorar las prestaciones de los contenidos ofrecidos, la Consejería de Educación y Deporte se reserva el derecho, en cualquier momento, de forma unilateral y sin previa notificación al usuario, a modificar, ampliar o suspender temporalmente la presentación, configuración, especificaciones técnicas y servicios del sitio web que da soporte a los contenidos educativos objeto del presente Aviso Legal. En consecuencia, se recomienda al Usuario que lea atentamente el presente Aviso Legal en el momento que acceda al referido sitio web, ya que dicho Aviso puede ser modificado en cualquier momento, de conformidad con lo expuesto anteriormente.

**Régimen de Propiedad Intelectual e Industrial sobre los contenidos del sitio**

---