



10

Electricidad y electrónica



INTERPRETA LA IMAGEN

- **Explica cómo se consigue el giro en un motor eléctrico.**

En un motor hay imanes y bobinas de manera que, cuando circula la corriente eléctrica aparecen fuerzas entre ambos que provocan el giro del motor.

- **¿Cómo se consigue el movimiento en la máquina pulidora que aparece en la página de la izquierda? Cita el nombre de algunos aparatos que necesitan un motor eléctrico**

La pulidora incorpora un motor eléctrico. Cuando el aparato se conecta a la red eléctrica y se acciona el interruptor, circula corriente y el motor eléctrico gira. Algunos aparatos que incorporan un motor eléctrico: batidora, exprimidor automático, lavadora o juguetes.

CLAVES PARA EMPEZAR

- **¿En qué consiste la corriente eléctrica?**

En el paso de cargas eléctricas a través de un material conductor.

- **Opina. Ya existen en el mercado coches con motor eléctrico, que contaminan mucho menos que los vehículos de gasolina o gasóleo. ¿Crees que merece la pena invertir en estos vehículos, aunque sean más caros y tengan menos autonomía que los vehículos con motor de explosión?**

Respuesta libre.

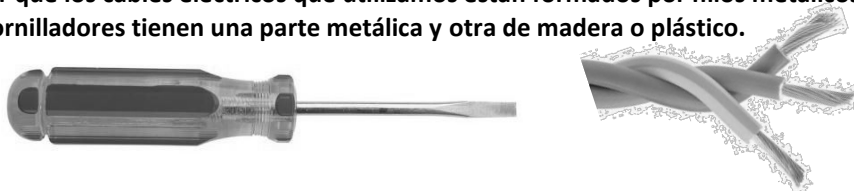
ACTIVIDADES

- 1** Indica cuáles de las siguientes sustancias conducirán la electricidad cuando se conecten a los extremos de una pila.

- | | | |
|-----------------------------|------------|---|
| a) Cobre. | d) Hierro. | h) Amoniaco. |
| b) Cloruro de sodio sólido. | e) Carbón. | i) Cloruro de potasio disuelto en agua. |
| c) Plata. | f) Cloro. | |
| | g) Sodio. | |

Conducirán la corriente el cobre, la plata, el hierro, el carbón, el sodio y el cloruro de potasio disuelto en agua.

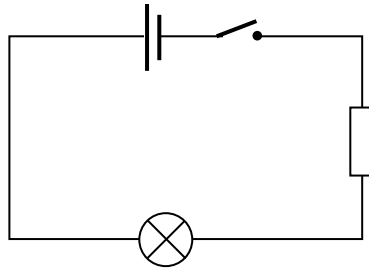
- 2** Explica por qué los cables eléctricos que utilizamos están formados por hilos metálicos recubiertos de plástico y los destornilladores tienen una parte metálica y otra de madera o plástico.



Porque en el interior se encuentra un hilo de cobre, que conduce la electricidad, y el cable se protege con plástico, un material que no conduce la electricidad. Así, aunque toquemos un cable por el que circula la electricidad no pasará corriente a nuestro cuerpo.

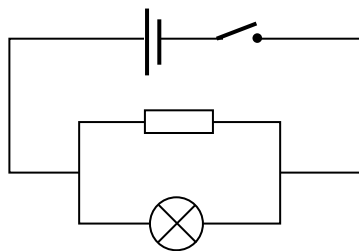
- 3 **Elabora el esquema de un circuito que tenga una batería, una bombilla y una resistencia en serie. Coloca un interruptor que te permita abrirlo o cerrarlo.**

Respuesta gráfica.



- 4 **Dibuja el esquema de un circuito que tenga una bombilla y una resistencia en paralelo. El circuito debe incluir también una batería y un interruptor.**

Respuesta gráfica.



INTERPRETA LA IMAGEN Páginas 157

- **¿Qué sentido se ha usado en el esquema para representar la corriente eléctrica, el real o el convencional?**
El real: los electrones se mueven desde el polo negativo de la pila hasta el polo positivo.

- 5 **¿Cuál es la intensidad de la corriente que pasa por un dispositivo si lo atraviesan 1000 C en 25 s?**

Aplicamos la ecuación que liga a las magnitudes involucradas, expresando todas las magnitudes en unidades del SI.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{1000 \text{ C}}{25 \text{ s}} = 40 \text{ A}$$

- 6 **Calcula la carga que pasa por un conductor si está circulando una corriente de 8 mA durante 2 min.**

De nuevo aplicamos la misma ecuación, expresando todas las magnitudes en unidades del SI.

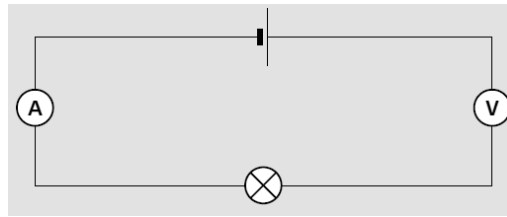
$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = I \cdot t = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mA} \cdot 120 \text{ s} = 0,96 \text{ C}$$

- 7 **¿Cuánto tiempo tiene que circular una corriente de 3 A por un conductor para que hayan pasado 12 mC?**

De nuevo aplicamos la misma ecuación, expresando todas las magnitudes en unidades del SI.

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{3 \text{ A}} = 0,004 \text{ s}$$

8 ¿Qué está mal en este esquema? Corrígelo en tu cuaderno.



El voltímetro no puede colocarse en serie en el circuito, sino en paralelo.

9 Calcula la resistencia de:

- a) Un hilo de cobre de 2 m de largo y 2 mm de diámetro.
- b) Un hilo de cobre de 20 m de largo y 2 mm de diámetro.
- c) Un hilo de cobre de 2 m de largo y 20 mm de diámetro.
- d) Un hilo de hierro de 20 m de largo y 20 mm de diámetro.

a) Aplicamos la expresión que liga la resistencia con las magnitudes que nos da el enunciado, leyendo la resistividad del cobre en la tabla:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{2 \text{ m}}{\pi \cdot \left(\frac{0,002}{2}\right)^2} = 1,08 \cdot 10^{-5} \Omega$$

b) Aplicamos la expresión que liga la resistencia con las magnitudes que nos da el enunciado:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{20 \text{ m}}{\pi \cdot \left(\frac{0,002}{2}\right)^2} = 1,08 \cdot 10^{-4} \Omega$$

c) Aplicamos la expresión que liga la resistencia con las magnitudes que nos da el enunciado:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{2 \text{ m}}{\pi \cdot \left(\frac{0,020}{2}\right)^2} = 1,08 \cdot 10^{-6} \Omega$$

d) Aplicamos la expresión que liga la resistencia con las magnitudes que nos da el enunciado, leyendo la resistividad del hierro en la tabla:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{20 \text{ m}}{\pi \cdot \left(\frac{0,020}{2}\right)^2} = 7 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Como la resistividad del hierro es mayor que la del cobre, la resistencia del hilo de hierro es mayor que la del hilo de cobre si las dimensiones son las mismas.

10 ¿Por qué se emplea cobre y no plomo, por ejemplo, en los cables de corriente?

Porque la resistividad del cobre es mucho menor, es decir, el cobre conduce mejor la corriente eléctrica que el plomo.

11 Apoyándote en la definición de voltio que se deduce de la ley de Ohm, escribe una definición similar para el amperio y el ohmio.

Un amperio es la cantidad de corriente que circula por un conductor de 1 Ω sometido a una diferencia de potencial de 1 V.

Un ohmio es la resistencia de un elemento sometido a una diferencia de potencial de 1 V por el que circula una intensidad de 1 A.

12 ¿Cuál es la diferencia de potencial en una resistencia de $2,2 \text{ k}\Omega$ si la atraviesa una corriente de $0,15 \text{ A}$?

Aplicamos la ley de Ohm expresando todas las magnitudes en unidades del SI:

$$I = \frac{\Delta V}{R} \rightarrow \Delta V = I \cdot R = 0,15 \text{ A} \cdot 2,2 \cdot 10^3 \Omega = 330 \text{ V}$$

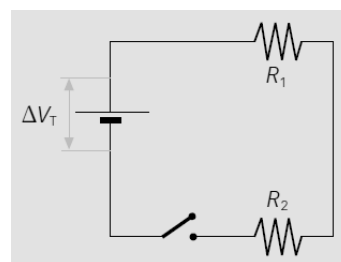
13 ¿Cuál es la intensidad de corriente que pasa por un dispositivo que tiene una resistencia de $2,2 \text{ k}\Omega$ si se produce una caída de tensión de 110 V ?

Aplicamos la ley de Ohm expresando todas las magnitudes en unidades del SI:

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{110 \text{ V}}{2,2 \cdot 10^3 \Omega} = 0,05 \text{ A}$$

14 En este circuito, $R_1 = 6 \Omega$ y $R_2 = 3 \Omega$.

- ¿Cuál es la resistencia equivalente del circuito?
- Si por la resistencia de 6Ω pasa una corriente de 2 A , ¿cuál es la caída de tensión en ella?
- ¿Cuál es la intensidad que pasa por R_2 ? ¿Cuál es la caída de tensión en ella?
- ¿Cuál es el voltaje que proporciona el generador?



a) Como las resistencias están en serie, para calcular la resistencia empleamos la expresión:

$$R_{\text{eq.}} = R_1 + R_2 = 6 \Omega + 3 \Omega = 9 \Omega$$

b) Aplicamos la ley de Ohm. La intensidad que pasa por ambas resistencias es la misma.

$$I = \frac{\Delta V_1}{R_1} \rightarrow \Delta V_1 = I \cdot R_1 = 2 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 12 \text{ V}$$

c) La intensidad es la misma que pasa por R_1 : 2 A . La caída de tensión en esta resistencia R_2 es:

$$I = \frac{\Delta V_2}{R_2} \rightarrow \Delta V_2 = I \cdot R_2 = 2 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 6 \text{ V}$$

d) El voltaje que proporciona el generador se puede calcular sumando todas las caídas de potencial:

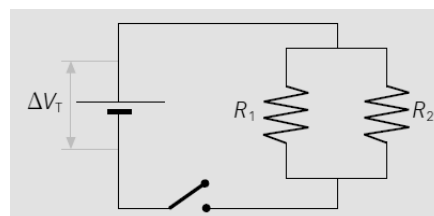
$$12 \text{ V} + 6 \text{ V} = 18 \text{ V}$$

O también a partir de la intensidad y de la resistencia equivalente:

$$I = \frac{\Delta V_1}{R_{\text{eq.}}} \rightarrow \Delta V_1 = I \cdot R_{\text{eq.}} = 2 \text{ A} \cdot 9 \Omega = 18 \text{ V}$$

15 En este circuito, $R_1 = 6 \Omega$ y $R_2 = 3 \Omega$.

- ¿Cuál es la resistencia equivalente del circuito?
- Si por la resistencia de 6Ω pasa una corriente de 2 A , ¿cuál es la caída de tensión en ella?
- ¿Cuál es la intensidad que pasa por R_2 ? ¿Cuál es la caída de tensión en ella?
- ¿Cuál es el voltaje que proporciona el generador?



a) Como las resistencias están en paralelo, para calcular la resistencia empleamos la expresión:

$$\frac{1}{R_{\text{eq.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_{\text{eq.}}} = \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{3 \Omega} = \frac{3}{6 \Omega} \rightarrow R_{\text{eq.}} = 2 \Omega$$

b) Aplicamos la ley de Ohm a esta rama del circuito:

$$I = \frac{\Delta V}{R_1} \rightarrow \Delta V = I \cdot R_1 = 2 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 12 \text{ V}$$

c) Análogamente para R_2 . Sabemos en este caso que la caída de potencial en R_2 es la misma que en R_1 : 12 V.

$$I = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{3 \Omega} = 4 \text{ A}$$

d) El generador proporciona el voltaje calculado: 12 V, pues no hay otros elementos del circuito en los que se produzca una caída de tensión.

16 La luz emitida por una bombilla depende de la intensidad que pase por ella; mayor intensidad supone mayor iluminación. Si tenemos tres bombillas iguales, de la misma resistencia, ¿alumbrarán más si las conectamos en serie o en paralelo?

Si las conectamos en paralelo, alumbrarán más, pero también consumirán energía a un ritmo mayor.

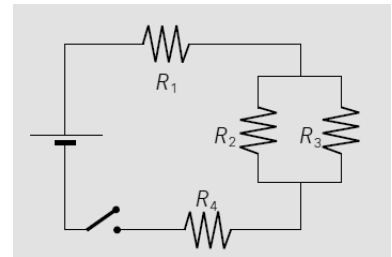
17 Calcula la resistencia equivalente a este circuito si $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 12 \Omega$ y $R_4 = 10 \Omega$.

Primero se calcula la resistencia equivalente a las resistencias R_2 y R_3 , que están en paralelo:

$$\frac{1}{R_{\text{eq},2-3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_{\text{eq},2-3}} = \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{12 \Omega} = \frac{4}{12 \Omega} \rightarrow R_{\text{eq},2-3} = 3 \Omega$$

Ahora, para calcular la resistencia total sumamos este valor al de las otras resistencias:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1 + R_{\text{eq},2-3} + R_4} = \frac{1}{5 \Omega + 3 \Omega + 10 \Omega} = \frac{1}{18 \Omega}$$



18 Cuando se cierra el interruptor del circuito de la figura se observa que por la resistencia $R_3 = 12 \Omega$ pasa una corriente de 0,75 A. Calcula:

- La intensidad que circula por cada resistencia.
- La caída de potencial en cada resistencia.
- La diferencia de potencial que proporciona el generador.

a) Como R_3 es 3 veces mayor que R_2 , por R_2 pasa una intensidad 3 veces mayor; es decir, por R_2 pasan $0,75 \cdot 3 = 2,25 \text{ A}$. Entonces, la intensidad por las otras dos resistencias será la suma de estas dos resistencias. Por R_1 y por R_4 pasan:

$$I = 0,75 \text{ A} + 2,25 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

b) Podemos calcular la caída de potencial aplicando la ley de Ohm:

Para R_1 :

$$I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_1} \rightarrow \Delta V_1 = I_1 \cdot R_1 = 3 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 15 \text{ V}$$

Para R_2 :

$$I_2 = \frac{\Delta V_2}{R_2} \rightarrow \Delta V_2 = I_2 \cdot R_2 = 2,25 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 9 \text{ V}$$

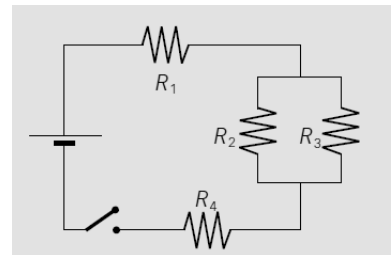
Como R_3 está en paralelo con R_2 , la caída de potencial para ella será la misma: 9 V.

Para R_4 :

$$I_4 = \frac{\Delta V_4}{R_4} \rightarrow \Delta V_4 = I_4 \cdot R_4 = 3 \text{ A} \cdot 10 \Omega = 30 \text{ V}$$

c) La diferencia de potencial que proporciona el generador se puede calcular sumando todas las caídas de potencial de los elementos (en el caso de los elementos conectados en paralelo se suma una sola vez).

$$\Delta V = 15 \text{ V} + 9 \text{ V} + 30 \text{ V} = 54 \text{ V}$$



19 **Calcula la resistencia equivalente al circuito de la derecha (abajo) si:**

- $R_1 = 6 \Omega$
- $R_2 = 9 \Omega$
- $R_3 = 25 \Omega$
- $R_4 = 5 \Omega$
- $R_5 = 7 \Omega$

Calculamos la resistencia equivalente a R_1 y R_2 .

$$R_{eq.1-2} = R_1 + R_2 = 6 \Omega + 9 \Omega = 15 \Omega$$

Ahora, para R_3 y R_4 .

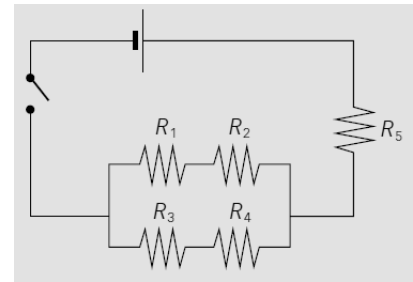
$$R_{eq.3-4} = R_3 + R_4 = 25 \Omega + 5 \Omega = 30 \Omega$$

Ahora debemos considerar estas resistencias equivalentes en paralelo.

$$\frac{1}{R_{eq.1-2-3-4}} = \frac{1}{R_{eq.1-2}} + \frac{1}{R_{eq.3-4}} \rightarrow \frac{1}{R_{eq.1-2-3-4}} = \frac{1}{15 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} = \frac{3}{30 \Omega} \rightarrow R_{eq.1-2-3-4} = 10 \Omega$$

Y ahora hay que sumar esta resistencia a la resistencia R_5 .

$$R_{eq.} = R_{eq.1-2-3-4} + R_5 = 10 \Omega + 7 \Omega = 17 \Omega$$



20 **Calcula la intensidad que circula por una bombilla de 10Ω en un circuito con tres pilas de $1,5 \text{ V}$ conectadas en serie.**

Aplicando la ley de Ohm y teniendo en cuenta que los voltajes de las pilas se suman si estas están asociadas en serie:

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V}}{10 \Omega} = 0,45 \text{ A}$$

21 **¿Qué energía consume en dos horas una estufa de 35Ω si por ella pasa una corriente de 6 A ?**

La energía de la corriente eléctrica en un aparato depende de su resistencia, de la intensidad que circula y del tiempo que funciona.

$$E = I^2 \cdot R \cdot t = (6 \text{ A})^2 \cdot 35 \Omega \cdot 2 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 4,536 \cdot 10^6 \text{ J}$$

22 **Para preparar una comida necesitamos una energía de $3 \cdot 10^6 \text{ J}$. ¿Cuánto tiempo debe estar encendida una cocina eléctrica si está conectada a 230 V y su resistencia es 44Ω ?**

De nuevo aplicamos la expresión anterior que liga la energía con otras magnitudes. Según la ley de Ohm, podemos expresar la intensidad, dato que no nos facilita el enunciado, en función del voltaje y la resistencia:

$$E = I^2 \cdot R \cdot t = \left(\frac{\Delta V}{R}\right)^2 \cdot R \cdot t = \frac{\Delta V^2}{R} \cdot t \rightarrow t = \frac{E \cdot R}{\Delta V^2} = \frac{3 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot 44 \Omega}{(230 \text{ V})^2} = 2495,27 \text{ s} = 41 \text{ min } 35,2 \text{ s}$$

23 **¿Qué intensidad de corriente pasa por una estufa de 1500 W si está conectada a 230 V ?**

Ahora tenemos el dato de la potencia del aparato. Por tanto:

$$P = \Delta V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{\Delta V} = \frac{1500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 6,522 \text{ A}$$

- 24** ¿Cuántos euros nos cuesta elaborar un pastel si necesitamos encender un horno de 1800 W durante 45 minutos? Precio del kWh = 0,18 €.

Tenemos que calcular la energía consumida. Como tenemos la potencia y el tiempo necesario, expresamos potencia en kW y el tiempo en h para que el resultado aparezca expresado en kWh:

$$E = P \cdot t \rightarrow E = 1800 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \cdot 45 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 1,35 \text{ kWh}$$

Ahora calculamos el coste:

$$\text{Coste} = E \cdot \text{Precio} = 1,35 \text{ kWh} \cdot \frac{0,18 \text{ €}}{\text{kWh}} = 0,24 \text{ €}$$

Como vemos, el coste asociado es bastante pequeño. Pero si vamos sumando todos los aparatos eléctricos que usamos a diario, algunos casi constantemente, obtenemos un consumo no despreciable a final de mes.

- 25** El ventilador se utiliza para refrescar. Sin embargo, su motor se calienta cuando funciona. Explica esta aparente contradicción.

El ventilador, como todos los aparatos eléctricos en mayor o menor medida, se calienta cuando funciona. Sin embargo, aunque no disminuye la temperatura de la estancia en que se encuentra, sí que refresca, pues la corriente de aire producida favorece la evaporación del sudor, por ejemplo.

- 26** ¿Podemos asegurar que un ventilador calienta el aire de la habitación en la que se encuentra?

Sí, esto es cierto, ya que todos los circuitos eléctricos se calientan cuando circula la corriente eléctrica.

- 27** Pon un ejemplo de una aplicación que aproveche el efecto Joule en positivo. A continuación explica el efecto Joule negativo que se da en las lámparas de incandescencia.

En positivo el efecto Joule se emplea en radiadores, estufas, tostadores, placas de vitrocerámica...

En las lámparas de incandescencia, sin embargo, es un efecto no deseable porque aumenta mucho el consumo energético para producir luz. En una lámpara de incandescencia solo un pequeño porcentaje de la energía consumida se emplea en producir luz; el resto solo calienta la lámpara.

- 28** Explica en unas pocas líneas las diferencias entre una bombilla incandescente y un tubo fluorescente. ¿Puedes razonar por qué es más duradero el fluorescente?

En una bombilla incandescente la luz se produce por calentamiento de un filamento metálico por el que circula la corriente. Y en un tubo fluorescente el procedimiento empleado para producir luz es distinto: un elevado voltaje ioniza un gas en el interior del tubo que emite radiación ultravioleta. Esta radiación, al incidir sobre las paredes del tubo, produce luz visible. Pero una bombilla es mucho más compacta y puede colocarse en espacios reducidos.

El tubo fluorescente es más duradero porque no tiene un filamento metálico que pueda romperse como ocurre en las lámparas de incandescencia.

- 29** Ahora se sustituyen las lámparas de muchos semáforos por LED. Explica por qué se hace si las lámparas de LED son más caras que las convencionales.

Porque el consumo de una lámpara LED es más reducido que el otro tipo de lámparas. Y los semáforos están funcionando las 24 h del día. Por eso, aunque hay que realizar una inversión mayor, el coste se amortiza a corto-medio plazo.

- 30** Elabora una lista con aparatos que usas y que disponen de un motor eléctrico.

Respuesta modelo: exprimidor automático, cepillo de dientes eléctrico, batidora, ventilador, secador, aspirador, juguetes...

31 ¿Es siempre ventajoso recubrir un metal con otro metal? Explícalo con ejemplos.

No siempre. Es ventajoso en algunos casos porque el metal que recubre protege el objeto. También se emplea en joyas, cuberterías, etc. Existen objetos chapados en oro. En ese caso, el objeto ofrece un aspecto elegante y el coste de un baño de oro es mucho menor que la fabricación del objeto completo de oro u otro metal caro.

32 Determina el valor en ohmios de las resistencias señaladas:

A partir del código de colores de cada caso:

Resistencia A. Colores: rojo, amarillo, negro, oro. Valor:

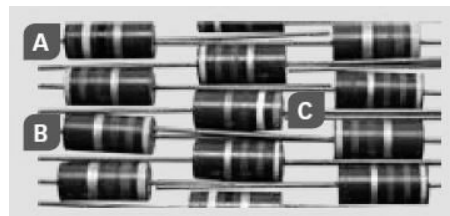
$$R = 24 \cdot 1 = 24 \, \Omega \pm 5\%$$

Resistencia B. Colores: amarillo, morado, verde, plata (hay que tener en cuenta que está invertida). Valor:

$$R = 47 \cdot 10^5 = 4,7 \cdot 10^6 \, \Omega \pm 10\%$$

Resistencia C. Colores: naranja, gris, rojo, oro. Valor:

$$R = 38 \cdot 100 = 3800 \, \Omega \pm 5\%$$



33 Dibuja en tu cuaderno una resistencia con las rayas que indican el valor de su resistencia, que es:

a) $2500 \, \Omega (\pm 5 \%)$.

b) $370 \, \text{k}\Omega (\pm 10 \%)$.

a) En este caso, la primera cifra, el 2, indica que la primera banda es amarilla. La segunda banda debe ser verde, y la tercera, roja (multiplicador es 100). La última banda es oro. Por tanto:



b) En este caso, la primera cifra, el 3, indica que la primera banda es naranja. La segunda banda debe ser violeta, y la tercera, marrón (multiplicador es 100). La última banda debe ser plata. Por tanto:



34 Pon algún ejemplo de una aplicación donde resulte ventajoso emplear una resistencia variable en lugar de una resistencia fija.

Por ejemplo, cuando queremos encender una farola solo cuando hay poca luz, o cuando queremos que se conecte un sistema de calefacción únicamente cuando la temperatura desciende por debajo de un determinado umbral.

INTERPRETA LA IMAGEN Página 171

- **¿De dónde procede la corriente que hace que la bombilla se ilumine?**
Del condensador.
- **¿Por qué se va apagando la bombilla al cabo de poco tiempo?**
Porque la carga acumulada en el condensador se va agotando y cada vez la intensidad de la corriente que recorre el circuito es menor.
- **¿Qué habría que hacer para que la bombilla se volviese a iluminar?**
Volver a cargar el condensador conectándolo a un generador.

35 Localiza los siguientes elementos en el circuito impreso de la imagen.

a) Condensador.

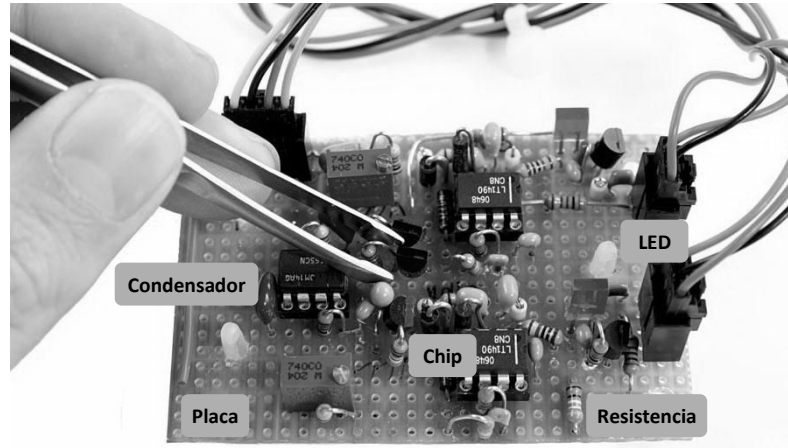
c) Resistencia.

e) Placa.

b) LED.

d) Chip.

Respuesta:

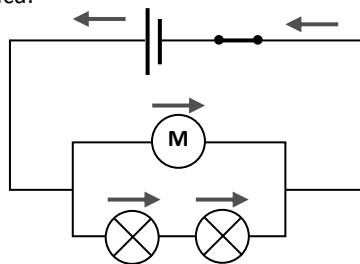


REPASA LO ESENCIAL

36 Representa de forma esquemática el circuito de la figura. Indica en qué sentido circula la corriente en cada elemento. ¿Es el mismo que el sentido en que circulan los electrones?



Respuesta gráfica:



No, los electrones circulan en el sentido opuesto al señalado en el circuito.

37 Completa las frases en tu cuaderno.

- La intensidad de corriente es la **carga** que atraviesa una sección del conductor en la unidad de **tiempo**. En el SI se mide en **amperios**.
- Se llama **resistencia** a la oposición que ofrece un material al paso de la corriente. En el SI se mide en **ohmios**.
- El producto de la intensidad de corriente que pasa por un dispositivo multiplicado por su resistencia se denomina **voltaje**. En el SI se mide en **voltios**.
- La energía producida o consumida en un dispositivo en la unidad de **tiempo** se denomina **potencia**. En el SI se mide en **vatios**.

38 Queremos medir la diferencia de potencial y la intensidad que circula por la bombilla del siguiente circuito. Indica dónde y cómo colocarías el voltímetro y el amperímetro.

El amperímetro debe colocarse en paralelo, conectándolo a ambos lados de la lámpara.
El voltímetro debe colocarse en serie. Por ejemplo, entre la lámpara y la pila.



39 La ley de Ohm relaciona la resistencia de un dispositivo al paso de la corriente eléctrica con la intensidad que lo atraviesa y la diferencia de potencial en él. Señala en tu cuaderno cuál de estas expresiones es la correcta.

a) $R = \frac{\Delta V}{I}$

b) $I = \Delta V \cdot R$

c) $\Delta V = \frac{I}{R}$

La respuesta correcta es la a. La intensidad es proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.

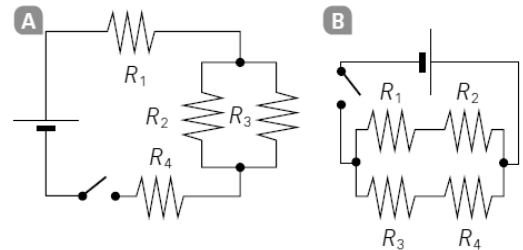
40 En un circuito tenemos una resistencia de 4Ω y otra de 12Ω conectadas a un generador de $4,8 \text{ V}$. Indica cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones es cierta.

- a) La resistencia equivalente es de 3Ω si ambas están en serie.
- b) La resistencia equivalente es de 16Ω si ambas están en paralelo.
- c) Si las dos resistencias están en serie, por ambas pasa la misma intensidad de corriente.
- d) Si las dos resistencias están en paralelo, pasa más corriente por la de 4Ω .
- e) Cuando las dos resistencias están en serie, la diferencia de potencial en cada una es de $4,8 \text{ V}$.

Son correctas la b y la c.

41 En un circuito tenemos conectadas cuatro resistencias de 5Ω . Calcula la resistencia equivalente:

- a) Si las cuatro están conectadas en serie.
- b) Si las cuatro están conectadas en paralelo.
- c) Si las cuatro están conectadas como en A.
- d) Si las cuatro están conectadas como en B.



a) En este caso se suman todos los valores:

$$R_{eq.} = 5 \Omega + 5 \Omega + 5 \Omega + 5 \Omega = 20 \Omega$$

b) Ahora hay que sumar las inversas:

$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} = \frac{4}{5 \Omega} \rightarrow R_{eq.} = 1,25 \Omega$$

c) Primero se calcula la equivalente a 2 y 3:

$$\frac{1}{R_{eq.2-3}} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} = \frac{2}{5 \Omega} \rightarrow R_{eq.} = 2,5 \Omega$$

Ahora se suma este valor con los de las otras dos resistencias:

$$R_{eq.} = 2,5 \Omega + 5 \Omega + 5 \Omega = 12,5 \Omega$$

d) Primero se calcula la equivalente a cada pareja agrupada en serie:

$$R_{eq.1-2} = R_{eq.3-4} = 5 \Omega + 5 \Omega = 10 \Omega$$

Ahora se calcula la resistencia equivalente a partir de las inversas de estos valores:

$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} = \frac{2}{10 \Omega} \rightarrow R_{eq.} = 5 \Omega$$

42 Corrige las fórmulas incorrectas:

a) $R = \rho \cdot \frac{L}{S^2}$

c) $P = I^2 \cdot R \cdot t$

e) $E = I^2 \cdot \Delta V \cdot t$

b) $R = \frac{I}{\Delta V}$

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

f) $E = I \cdot \Delta V$

Son incorrectas la a, la b, la c, la e y la f. Las fórmulas correctas son:

a) $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$

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

b) $R = \frac{\Delta V}{I}$

e) $E = I \cdot \Delta V \cdot t$

c) $E = I^2 \cdot R \cdot t$

f) $P = I \cdot \Delta V$

43

Localiza los nombres de siete componentes de circuitos electrónicos en la sopa de letras y escríbelos en tu cuaderno.

Respuesta:

C	R	V	O	W	H	P	K	M	L	O	O	X	X	A
L	O	N	E	H	D	V	G	T	E	D	W	U	W	I
L	D	P	G	N	D	O	C	N	A	K	R	P	I	Y
P	A	D	O	Y	K	G	T	Q	A	O	O	W	A	K
F	S	K	M	T	X	L	Y	A	D	Y	L	D	I	T
C	E	N	G	G	E	Q	N	A	H	O	O	W	C	V
H	C	Z	R	D	J	N	S	H	Q	D	G	B	N	T
V	O	X	J	H	E	N	C	R	O	F	G	C	E	Q
Y	R	H	X	A	E	G	P	I	N	F	W	T	T	U
N	P	W	L	D	D	Q	D	B	O	G	H	O	S	J
F	O	S	N	E	S	W	K	H	Y	M	N	V	I	U
Q	R	O	M	S	J	P	I	P	R	Q	E	Y	S	E
I	C	K	R	O	T	S	I	S	N	A	R	T	E	Q
I	I	X	G	Q	P	P	F	Y	E	X	P	A	R	U
E	M	E	P	E	C	E	X	V	D	Y	O	C	M	O

44

Para calentar una habitación se usa un calefactor de 2000 W. Si permanece encendido durante 3 horas diarias:

- a) ¿Qué cantidad de energía, en kWh, consume al mes?
- b) El precio del kWh es de 0,18 €. ¿Cuánto cuesta calentar la habitación cada mes?

a) La cantidad de energía depende de la potencia y del tiempo de funcionamiento:

$$E = P \cdot t = 2000 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 2,16 \cdot 10^7 \text{ J}$$

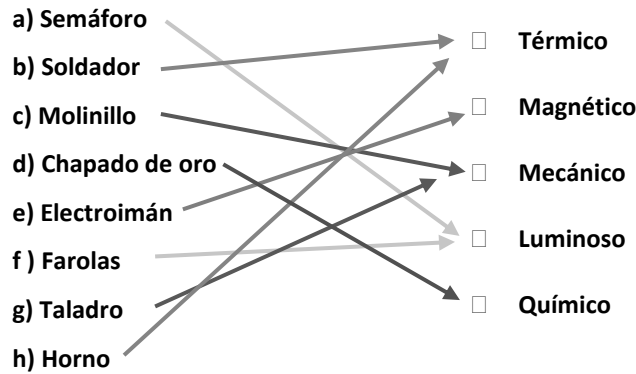
b) Como nos dan el precio del kWh, conviene calcular la energía consumida en esta unidad:

$$E = P \cdot t = 2000 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \cdot 3 \text{ h} = 6 \text{ kWh}$$

Entonces es sencillo calcular el coste:

$$\text{Coste} = E \cdot \text{Precio} = 6 \text{ kWh} \cdot \frac{0,18 \text{ €}}{\text{kWh}} = 1,08 \text{ €}$$

45 Relaciona en tu cuaderno los siguientes términos con el efecto correspondiente de la corriente.



PRACTICA

46 Completa en tu cuaderno la tabla que relaciona la intensidad de corriente que atraviesa un conductor en diferentes tiempos.

Carga (C)	Tiempo (s)	Intensidad (A)
4	1	
4	5	
4		10
	0,5	8

La tabla queda así:

Carga (C)	Tiempo (s)	Intensidad (A)
4	1	4
4	5	4/5 = 0,8
4	0,4	10
4	0,5	8

47 Por la sección de un conductor pasan 10 nC en 0,01 s. ¿Cuál es la intensidad de la corriente en ese conductor? ¿Cuántos electrones pasarán en cada segundo? Dato: 1 C = 6,25 · 10¹⁸ e.

La intensidad se calcula a partir de la carga y el tiempo:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{0,01 \text{ s}} = 10^{-6} \text{ C}$$

El número de electrones se calcula teniendo en cuenta la equivalencia culombio-electrón:

$$10^{-6} \text{ C} \cdot \frac{6,25 \cdot 10^{18} \text{ e}}{1 \text{ C}} = 6,25 \cdot 10^{12} \text{ e}$$

48 La resistencia de un hilo de cobre de 10 m de longitud y 10⁻⁴ m² de sección es de 1,72 · 10⁻³ Ω. Calcula:

- La resistividad del cobre.
- La resistencia de un hilo de cobre que tenga:
 - El doble de longitud.
 - El doble de sección.
 - El doble de longitud y el doble de sección.
- Completa una tabla como esta en tu cuaderno.

Longitud (m)	Sección (m ²)	Resistencia (Ω)
10	10 ⁻⁴	1,72 · 10 ⁻³
20	10 ⁻⁴	
10	2 · 10 ⁻⁴	
20	2 · 10 ⁻⁴	

a) Usamos los datos de la primera fila de la tabla:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \rightarrow \rho = \frac{R \cdot S}{L} = \frac{1,72 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{10} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

b) Si la longitud es el doble, la resistencia también se duplica. Lo comprobamos:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{2 \cdot 10}{10^{-4} \text{ m}^2} = 3,44 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Si la sección se duplica, la resistencia se reduce a la mitad:

$$R = \frac{1,72 \cdot 10^{-3} \Omega}{2} = 0,86 \cdot 10^{-3} \Omega = 8,6 \cdot 10^{-4} \Omega$$

Si se duplican tanto la sección como la longitud, la resistencia no varía:

$$R = 1,72 \cdot 10^{-3} \Omega$$

c) La tabla queda así:

Longitud (m)	Sección (m ²)	Resistencia (Ω)
10	10 ⁻⁴	1,72 · 10 ⁻³
20	10 ⁻⁴	3,44 · 10 ⁻³
10	2 · 10 ⁻⁴	8,6 · 10 ⁻⁴
20	2 · 10 ⁻⁴	1,72 · 10 ⁻³

49

Calcula la longitud que debe tener un hilo de hierro de 10⁻⁴ m² de sección para que su resistencia sea de 1,72 · 10⁻³ Ω. Compáralo con la actividad anterior y explica por qué los cables eléctricos son de cobre y no de hierro. Dato: ρ (Fe) = 1,0 · 10⁻⁷ Ω · m.

Aplicando la expresión de la resistividad:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \rightarrow L = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{1,72 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{1,0 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}} = 1,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Es decir, el hilo debería ser cortísimo para tener esa misma resistencia. Por eso se usan cables de cobre, que pueden ser de varios metros sin que el valor de la resistencia se dispare.

50

Observa la tabla de resistividades y responde en tu cuaderno.

- Ordénalos de menor a mayor resistividad.
- ¿Qué metal conduce mejor la corriente? ¿Por qué?
- ¿Qué metal ofrece mayor resistencia al paso de la corriente?
- ¿Por qué no se utilizan hilos de plata en los cables y los circuitos eléctricos?

Metal	Resistividad (Ω · m)
Hierro	1,0 · 10 ⁻⁷
Cobre	1,7 · 10 ⁻⁸
Plata	1,5 · 10 ⁻⁸
Plomo	2,2 · 10 ⁻⁷

- Plata < cobre < hierro < plomo.
- La plata es el metal que mejor conduce la corriente.
- El plomo.
- Porque es bastante más caro que el cobre.

51

Un circuito eléctrico tiene instalada una resistencia variable. Aplica la ley de Ohm y completa la tabla en tu cuaderno.

La ley de Ohm liga varias magnitudes: intensidad de corriente, diferencia de potencial o voltaje y resistencia.

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

Intensidad (A)	Diferencia de potencial (V)	Resistencia (Ω)
10	20	
5	20	
	2	1000
50		3000

1.ª fila:

$$I = \frac{\Delta V}{R} \rightarrow R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{20 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 2 \Omega$$

2.ª fila:

$$I = \frac{\Delta V}{R} \rightarrow R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{20 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 4 \Omega$$

3.ª fila:

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{2 \text{ V}}{1000 \text{ A}} = 0,002 \text{ A} = 2 \text{ mA}$$

4.ª fila:

$$I = \frac{\Delta V}{R} \rightarrow \Delta V = I \cdot R = 50 \text{ A} \cdot 3000 \Omega = 150000 \text{ V}$$

La tabla queda así:

Intensidad (A)	Diferencia de potencial (V)	Resistencia (Ω)
10	20	2
5	20	4
0,002	2	1000
150 000 V	$2 \cdot 10^{-4}$	3000

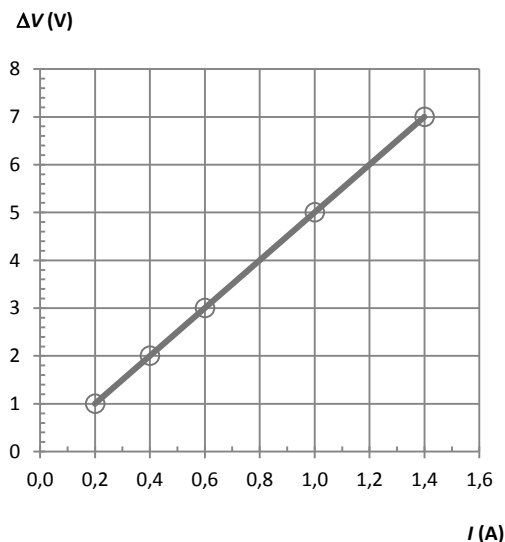
52

A un conductor se le aplican distintos voltajes que se muestran en la tabla siguiente, junto con la intensidad de corriente que circula en cada caso.

ΔV (V)	1	2	3	5	7
I (A)	0,2	0,4	0,6	1	1,4

- Representa gráficamente ΔV frente a I .
- ¿Qué relación hay entre el voltaje y la intensidad?
- ¿Qué significado físico tiene la pendiente de la recta obtenida? ¿Cuál es su valor?

a) La gráfica queda así:



- Proporcionalidad directa. Si se duplica la intensidad, se duplica el voltaje.
- La pendiente de la recta es la resistencia. En este caso, su valor es: $1/0,2 = 5 \Omega$.

53

¿Qué sucedería si un aparato eléctrico que debe funcionar a 230 V lo conectamos a 125 V? ¿Y al revés? Aplícalo a una bombilla cuya resistencia es 900 Ω .

Si lo conectamos a un voltaje menor, el aparato no funcionaría correctamente, puesto que el generador no proporciona a las cargas la energía suficiente para recorrer el circuito.

Si lo conectamos a un voltaje mayor del necesario el aparato puede estropearse.

Si conectamos una bombilla con 900Ω a 125 V , esta luciría menos que al conectarla a 230 V . Si conectamos la bombilla a un voltaje mayor que el apropiado, se fundirá.

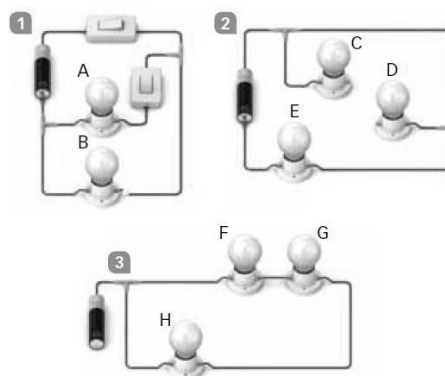
54 Deduce, en cada caso, si las siguientes bombillas están conectadas en serie o en paralelo.

- a) Al desenroscar una bombilla, las otras no lucen.
- b) Un amperímetro marca el mismo valor en todos los puntos del circuito.
- c) Si se funde una bombilla, el resto sigue funcionando.

- a) Conexión en serie.
- b) Conexión en serie.
- c) Conexión en paralelo.

55 Observa los siguientes circuitos y responde.

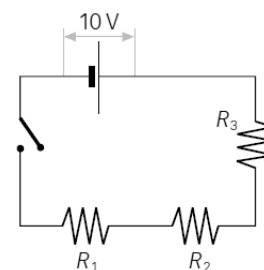
- a) ¿Qué bombillas lucirán?
- b) ¿Qué conexiones debes incluir en cada circuito para que luzcan todas las bombillas?
- c) Cuando lucen todas las bombillas indica, en cada circuito, qué bombillas están conectadas en serie y cuáles están conectadas en paralelo.



- a) En el 1 lucirán la A y la B. En el 2 lucirá la E. En el 3 no lucirá ninguna.
- b) En el 1 ya lucen todas. En el 2 hay que unir las lámparas C y D entre sí, por ejemplo. En el 3 hay que unir el otro polo de la pila al circuito.
- c) En el 1, A y B están en serie. En el 2 estarían todas en serie. En el 3, F y G están en serie y H está en paralelo.

56 En este circuito, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ y $R_3 = 12 \Omega$.

- a) ¿Cuál es la resistencia equivalente del circuito?
- b) ¿Cuál es la intensidad que pasa por cada resistencia?
- c) ¿Cuál es la diferencia de potencial en cada resistencia?



- a) Como todas las resistencias están asociadas en serie, basta con sumar su valor:

$$R_{\text{eq.}} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 \Omega + 4 \Omega + 12 \Omega = 18 \Omega$$

- b) Al estar en serie, por todas ellas circula la misma intensidad. Aplicamos la ley de Ohm:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{\text{eq.}}} = \frac{10 \text{ V}}{18 \Omega} = 0,5 \text{ A}$$

- c) En cada resistencia la caída de potencial no es la misma, pues el valor de las resistencias no es el mismo. Aplicamos la ley de Ohm a cada una:

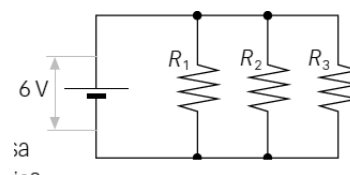
$$\Delta V_1 = \frac{I}{R_1} = \frac{0,5 \text{ A}}{2 \Omega} = 0,27 \text{ V}$$

$$\Delta V_2 = \frac{I}{R_2} = \frac{0,5 \text{ A}}{4 \Omega} = 0,138 \text{ V}$$

$$\Delta V_3 = \frac{I}{R_3} = \frac{0,5 \text{ A}}{12 \Omega} = 0,4167 \text{ V}$$

57 En este circuito, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ y $R_3 = 12 \Omega$.

- a) ¿Cuál es la resistencia equivalente del circuito?
- b) ¿Cuál es la intensidad que pasa por cada resistencia?



c) ¿Cuál es la diferencia de potencial en cada resistencia?

a) Como todas las resistencias están asociadas en paralelo, basta con sumar sus inversas:

$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2 \Omega} + \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{12 \Omega} = \frac{6+3+1}{12 \Omega} = \frac{10}{12 \Omega} \rightarrow R_{eq.} = 1,2 \Omega$$

b) Ahora, la intensidad no es la misma por todas ellas. Aplicamos la ley de Ohm a cada una teniendo en cuenta que la diferencia de potencial sí es la misma y coincide con la que proporciona el generador: 6 V.

$$I_1 = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{10 \text{ V}}{2 \Omega} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{10 \text{ V}}{4 \Omega} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{\Delta V}{R_3} = \frac{10 \text{ V}}{12 \Omega} = 0,83 \text{ A}$$

c) En cada resistencia, la caída de potencial es la misma: 10 V.

58

En el circuito de la figura $R_1 = 7 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$, $R_3 = 9 \Omega$ y $R_4 = 6 \Omega$. Calcula la intensidad que pasa por cada resistencia.

Primero, hay que calcular la resistencia equivalente para determinar cuál es la intensidad total por la rama principal del circuito.

La resistencia equivalente a 1 y 2 se obtiene sumando ambas:

$$R_{eq.1-2} = R_1 + R_2 = 7 \Omega + 3 \Omega = 10 \Omega$$

Lo mismo para 3 y 4:

$$R_{eq.3-4} = R_3 + R_4 = 9 \Omega + 6 \Omega = 15 \Omega$$

Ahora sumamos las inversas de los valores obtenidos:

$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_{eq.1-2}} + \frac{1}{R_{eq.3-4}} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{15 \Omega} = \frac{3+2}{30 \Omega} = \frac{5}{30 \Omega} \rightarrow R_{eq.} = 6 \Omega$$

Aplicamos la ley de Ohm:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq.}} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$$

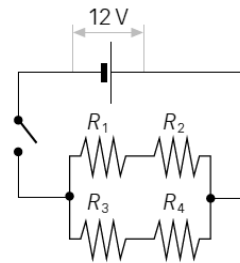
Esta es la intensidad por la rama principal del circuito. Cuando la corriente llega a la bifurcación, una parte se irá por una rama y otra por la otra rama. Por 1 y 2:

$$I_{1,2} = \frac{\Delta V}{R_{eq.1-2}} = \frac{12 \text{ V}}{10 \Omega} = 1,2 \text{ A}$$

Por 3 y 4:

$$I_{3,4} = \frac{\Delta V}{R_{eq.3-4}} = \frac{12 \text{ V}}{15 \Omega} = 0,8 \text{ A}$$

Comprobamos que la suma de ambas intensidades es igual a 2 A, como debe ser.



59

Si dos aparatos eléctricos que tienen diferente potencia funcionan durante el mismo tiempo, ¿cuál transformará mayor cantidad de energía?

El que tenga mayor potencia.

60

Un secador tiene una potencia de 1600 W, y se necesitan 10 minutos para secar el pelo.

a) ¿Qué cantidad de energía consume?

b) Si el precio del kWh es 0,18 €, ¿cuánto cuesta?

a) En este caso:

$$E = P \cdot t = 1,6 \text{ kW} \cdot 10 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,26 \text{ kWh}$$

Expresamos la energía en kWh, una unidad usual que nos permite calcular el coste fácilmente.

b) El coste será:

$$\text{Coste} = E \cdot \text{Precio} = 0,26 \text{ kWh} \cdot \frac{0,18 \text{ €}}{\text{kWh}} = 0,05 \text{ €}$$

61 La potencia de una lámpara es 500 W, y su resistencia, 30 Ω, ¿qué intensidad pasa por ella?

A partir de la expresión que liga la potencia y la intensidad:

$$P = I^2 \cdot R \rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{500 \text{ W}}{30 \text{ Ω}}} = 4,08 \text{ A}$$

62 Por el motor de una lavadora conectada a la red (230 V) circula una intensidad de 3,5 A. Calcula la potencia que desarrolla y la energía que consume en un lavado de una hora.

La potencia puede calcularse a partir del voltaje y la intensidad:

$$P = \Delta V \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 3,5 \text{ A} = 805 \text{ W}$$

La energía consumida al cabo de una hora será:

$$E = P \cdot t = 0,805 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 0,805 \text{ kWh}$$

63 Completa en tu cuaderno el cuadro de consumo y coste para diferentes aparatos eléctricos, teniendo en cuenta que el precio de 1 kWh es 0,18 €.

Aparato	Potencia (W)	Tiempo (h)	Consumo (kWh)	Coste (€)
Reloj eléctrico	4	24		
Bombilla	100	4		
Televisor	300	5		
Plancha	2000	1,5		
Lavadora	3500	1		
Aire acondicionado	3000	4		

En cada caso la energía consumida al cabo de una hora será:

$$E = P \cdot t$$

Conviene expresar la potencia en kW y el tiempo en h.

El coste será:

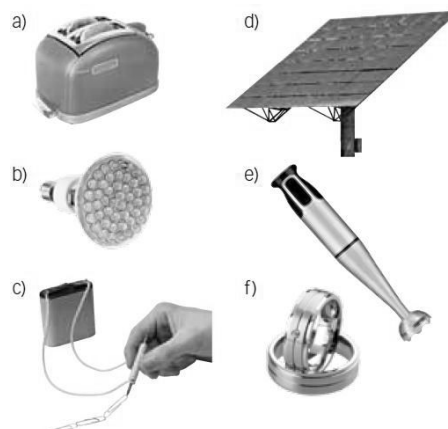
$$\text{Coste} = E \cdot \text{Precio kWh}$$

La tabla queda así:

Aparato (A)	Potencia (W)	Tiempo (h)	Consumo (kWh)	Coste (€)
Reloj eléctrico	4	24	0,096	0,02
Bombilla	100	4	0,4	0,07
Televisor	300	5	1,5	0,27
Plancha	2000	1,5	3	0,54
Lavadora	3500	1	3,5	0,63
Aire acondicionado	3000	4	12	2,16

64 Para los siguientes objetos indica qué efecto de la corriente eléctrica se utiliza o se ha utilizado:

- Efecto térmico.
- Efecto luminoso.
- Efecto magnético.
- Efecto luminoso (a la inversa: se transforma la energía de la luz en energía eléctrica).
- Efecto mecánico.
- Efecto químico (chapado).



65 Las bombillas de incandescencia transforman la energía eléctrica en energía calorífica y luminosa. Su filamento de wolframio alcanza temperaturas de 2200 °C. (El wolframio es un material de elevada resistencia eléctrica cuyo punto de fusión es 3400 °C). El filamento está encerrado en una cápsula de vidrio de la que se retiró el aire, mediante vacío, y se introdujo un gas inerte.

- ¿En qué efecto de la electricidad se basa el funcionamiento de una bombilla?
 - ¿Por qué se utiliza el metal wolframio para fabricar los filamentos?
 - ¿Qué ocurriría si utilizásemos otro metal cuyo punto de fusión fuese 2000 °C?
 - ¿Qué ocurre cuando se funde una bombilla?
- En el efecto luminoso. Al final se consigue luz debido al paso de la corriente.
 - Porque es un metal que funde a una temperatura muy elevada.
 - Que el filamento se fundiría antes de llegar a ponerse incandescente.
 - Que se rompe el filamento y se interrumpe el circuito y la lámpara no luce.

66 Calcula los valores máximo y mínimo que puede tener una resistencia cerámica con las siguientes rayas:



El valor correspondiente a los colores que aparecen es $180\,000\,000\ \Omega \pm 5\%$. El 5% de esta cantidad es:

$$\frac{5}{100} \cdot 180\,000\,000 = 9 \cdot 10^6\ \Omega$$

Por tanto, el valor mínimo será:

$$1,8 \cdot 10^8 - 9 \cdot 10^6\ \Omega = 1,71 \cdot 10^8\ \Omega$$

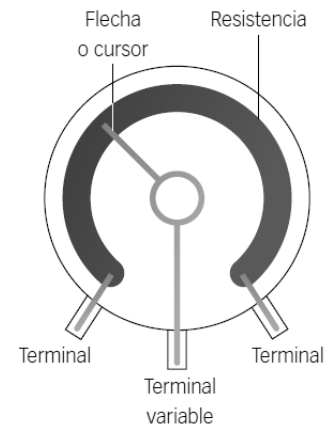
Y el valor máximo será:

$$1,8 \cdot 10^8 + 9 \cdot 10^6\ \Omega = 1,89 \cdot 10^8\ \Omega$$

67 Un reóstato es una resistencia variable. Tiene dos terminales fijos y uno móvil que se puede girar o deslizar. Dibuja la posición en la que deben estar los terminales para que su resistencia sea mínima y en qué posición deben estar para que su resistencia sea máxima.

Para que la resistencia sea mínima, el terminal variable debe estar situado lo más a la derecha posible, según el dibujo.

Para que la resistencia sea máxima, el terminal variable debe estar situado lo más a la izquierda posible, según el dibujo.



68 Indica cuáles de los siguientes elementos se pueden encontrar en un circuito eléctrico y cuáles en un circuito electrónico. (Algunos elementos podrán estar en cualquiera de ellos).

- | | | |
|-----------------|-------------------|----------------|
| a) Interruptor. | d) Condensador. | g) Transistor. |
| b) Diodo. | e) Hilo de cobre. | h) Reóstato. |
| c) Resistencia. | f) Generador. | |

Circuito eléctrico: hilo de cobre. Circuito electrónico: transistor.

En ambos: interruptor, diodo, resistencia, condensador, generador, reóstato.

69 En las bombillas incandescentes alrededor del 90 % de la electricidad que entra se convierte en calor, y no en luz.

Las investigaciones sobre nuevos sistemas de iluminación que ahorren energía han encontrado una nueva tecnología: los LED, o diodos emisores de luz. Los LED no tienen filamentos, al igual que los tubos fluorescentes y, por tanto, no se calientan, consumen muy poca energía y tienen larga vida.

Uno de sus inconvenientes es que emiten una luz muy brillante, pero solo en un punto, no en un área amplia, como las lámparas incandescentes o fluorescentes. Esto es un problema para llenar de luz una habitación. Además, su precio es bastante más alto que el de los dispositivos que utilizamos para iluminar el hogar.

- ¿Cuáles son las ventajas de los LED frente a la bombilla de incandescencia?
- ¿Qué ventajas tiene el fluorescente frente al LED?
- Normalmente, las lámparas de LED tienen muchos puntos luminosos, ¿a qué se debe?

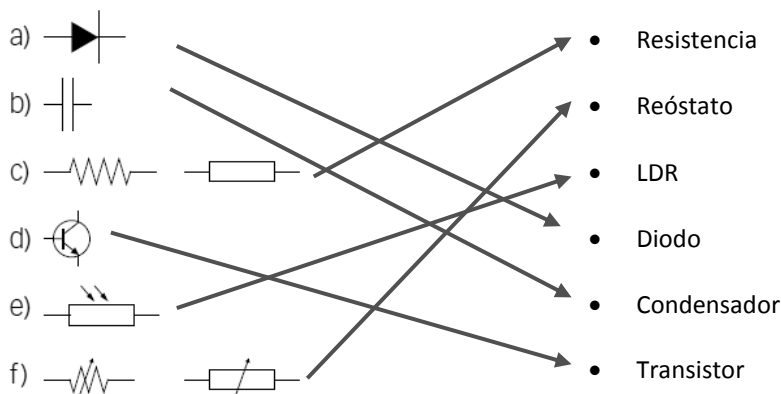
- Su elevada eficiencia y su larga vida.
- El precio más reducido.
- A que están formadas por un gran número de pequeños diodos LED.

70 Relaciona en tu cuaderno las siguientes imágenes con el elemento correspondiente. (Pista: fijate en las letras y números que lleva grabado cada elemento).

a)	e)	Resistencia
b)	f)	Reóstato
c)	g)	LDR
d)	h)	NTC
		Diodo LED
		Condensador electrolítico
		Condensador
		Transistor

a → LDR. b → Transistor. c → Resistencia. d → Condensador.
e → Reóstato. f → Condensador electrolítico. g → resistencia NTC.

71 Relaciona en tu cuaderno símbolos y elementos:



72 Lee el texto y responde:

«En 1959, el ingeniero estadounidense Jack S. Kilby desarrolló el primer circuito integrado colocando seis transistores sobre una placa de silicio. Fue el comienzo de la microelectrónica, que tuvo, desde entonces, un desarrollo imparable.

Con el tiempo, se fueron incorporando más transistores en una placa cada vez más pequeña. Se lograron circuitos con una gran capacidad de procesamiento, los microprocesadores, que son el corazón de los ordenadores y otros dispositivos electrónicos.

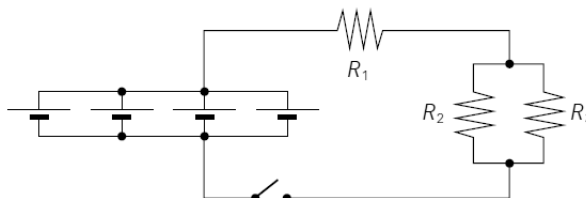
Viendo su evolución, Gordon Moore, cofundador de la empresa Intel, enunció en 1965 la ley de Moore, según la cual, el número de microprocesadores de un circuito integrado se duplica cada dos años.

- ¿Crees que la ley de Moore es una ley científica?
- Los microprocesadores actuales, ¿son mayores que los primeros microprocesadores? ¿Cómo lo sabes?
- Los ordenadores actuales, ¿tienen mayor o menor capacidad de procesamiento que los antiguos? ¿Cómo lo sabes?

- No es una ley científica. No tiene por qué cumplirse. Es una tendencia tecnológica.
- No, son más pequeños. Con ellos se pueden fabricar aparatos más pequeños que antes. Por ejemplo, radios diminutas, teléfonos móviles más pequeños, ordenadores de menor tamaño, etc.
- Más capacidad de procesamiento. Un ordenador es capaz de reproducir vídeo y audio al mismo tiempo o ejecutar diferentes tareas simultáneamente (multitarea).

AMPLÍA

73 En este circuito tenemos cuatro pilas de 4,5 V conectadas en paralelo a las resistencias: $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$ y $R_3 = 30 \Omega$. Calcula la intensidad que pasa por cada resistencia cuando se cierra el circuito.



Las cuatro pilas agrupadas en paralelo proporcionan 4,5 V al circuito. Al ponerlas en paralelo el voltaje no aumenta, pero la duración será mayor.

Hay que calcular la resistencia equivalente del circuito. Para R_2 y R_3 :

$$\frac{1}{R_{eq,2-3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} = \frac{3+2}{60 \Omega} = \frac{5}{60 \Omega} \rightarrow R_{eq,2-3} = 12 \Omega$$

Ahora calculamos la resistencia total:

$$R_{eq.} = R_1 + R_{eq.2-3} = 6 \Omega + 12 \Omega = 18 \Omega$$

Ahora calculamos la intensidad por la rama principal, por R_1 :

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq.}} = \frac{4,5 \text{ V}}{18 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$

Como R_1 es la mitad que $R_2 + R_3$, entonces la caída de potencial en R_1 será la mitad que en el resto. Si dividimos el voltaje entre 3, una tercera parte cae en R_1 y dos terceras partes caen entre R_2 y R_3 .

Es decir, en R_1 la diferencia de potencial es $4,5/3 = 1,5 \text{ V}$. Por tanto:

$$I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_1} = \frac{1,5 \text{ V}}{6 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$

Como ya sabíamos. Y en las otras resistencias la diferencia de potencial es de 3 V . Por tanto:

$$I_2 = \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{3 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,15 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{\Delta V_3}{R_3} = \frac{3 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,10 \text{ A}$$

COMPETENCIA CIENTÍFICA

74

¿Cómo está conectado cada uno de los elementos del circuito?
¿Por qué se ha conectado de esa manera el voltímetro?

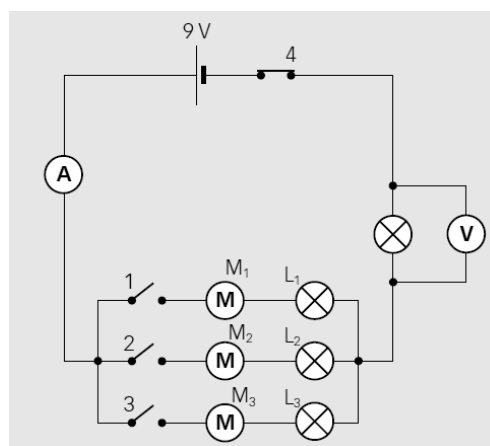
El amperímetro está en serie, y el voltímetro, en paralelo. M_1 y L_1 están en serie. Lo mismo ocurre con M_2 y L_2 . Y con M_3 y L_3 .

El voltímetro se ha conectado así para que ofrezca una lectura del voltaje de la lámpara que está en la rama principal del circuito.

75

Utiliza el software Yenka u otro similar para montar un circuito virtual equivalente al de arriba. Si se parte de la situación que recoge la imagen, señala qué ocurrirá al...

- Cerrar el interruptor 1. ¿Cuál será ahora la resistencia total equivalente del circuito?
- Cerrar los interruptores 1 y 2. ¿Cuál será ahora la resistencia total equivalente del circuito?
- Cerrar sucesivamente los interruptores 1, 2 y 3. ¿Cuál será ahora la resistencia total equivalente del circuito?
- Entonces, ¿siempre que hay varias resistencias conectadas a un circuito la resistencia total equivalente es mayor que cada una de ellas?



Respuesta práctica. El uso de simuladores permite comprobar rápidamente cómo afecta la inclusión de un elemento a un circuito, por ejemplo, o ver cómo varía la intensidad de corriente al cambiar el voltaje del generador, la resistencia de los elementos que se conectan, etc.

- Al cerrar 1 la corriente circula por la lámpara 1 y el motor 1. La resistencia total será la suma de las resistencias de dos lámparas y un motor: $10 \Omega + 10 \Omega + 20 \Omega = 40 \Omega$.
- Al cerrar 1 y 2 la corriente circula por la lámpara 1 y el motor 1, y también por el motor 2 y la lámpara 2. Para calcular la resistencia equivalente tenemos en cuenta que la resistencia del conjunto lámpara más motor asociados en serie es de $10 \Omega + 20 \Omega = 30 \Omega$.

Calculamos ahora la resistencia equivalente a estas dos de 30Ω que están en paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq.1-2}} = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} = \frac{2}{30 \Omega} \rightarrow R_{eq.1-2} = 15 \Omega$$

Y ahora sumamos este valor con la otra resistencia:

$$R_{\text{eq.}} = R + R_{\text{eq.1-2}} = 10 \Omega + 15 \Omega = 25 \Omega$$

- c) Al cerrar 1, 2 y 3 la corriente circula por la lámpara 1 y el motor 1, y también por el motor 2 y la lámpara 2, y también por el motor 3 y la lámpara 3. Para calcular la resistencia equivalente tenemos en cuenta que la resistencia del conjunto lámpara más motor asociados en serie es de $10 \Omega + 20 \Omega = 30 \Omega$, como en el apartado anterior.

Calculamos ahora la resistencia equivalente a estas tres de 30Ω que están en paralelo:

$$\frac{1}{R_{\text{eq.1-2-3}}} = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{30 \Omega} = \frac{3}{30 \Omega} \rightarrow R_{\text{eq.1-2-3}} = 10 \Omega$$

Y ahora sumamos este valor con la otra resistencia:

$$R_{\text{eq.}} = R + R_{\text{eq.1-2-3}} = 10 \Omega + 10 \Omega = 20 \Omega$$

- d) No, depende de cómo estén agrupadas. Si están en serie, la afirmación es cierta, pero si no, no.

76

Señala qué indicará el voltímetro si:

- Se cierra únicamente el interruptor 1.
- Se cierra únicamente el interruptor 2.
- Se cierran los interruptores 1 y 2.
- Se cierran los interruptores 1, 2 y 3.

- a) En este caso, la caída de voltaje en la lámpara donde está conectado el voltímetro será una cuarta parte del total, pues la resistencia de 10Ω es la cuarta parte de la resistencia total, 40Ω . Así:

$$\Delta V = \frac{\Delta V_T}{4} = \frac{9 \text{ V}}{4} = 2,25 \text{ V}$$

- b) Marcaría el mismo valor, pues la situación es equivalente.
c) Ahora, la resistencia total es de 25Ω . Entonces:

$$\Delta V = \Delta V_T \cdot \frac{10}{25} = 9 \text{ V} \cdot \frac{10}{25} = 3,6 \text{ V}$$

- d) Ahora, la resistencia total es de 20Ω . El voltímetro marcará $4,5 \text{ V}$, la mitad del voltaje proporcionado por el generador del circuito.

77

Señala qué indicará el amperímetro si:

- Se cierra únicamente el interruptor 1.
- Se cierra únicamente el interruptor 2.
- Se cierran los interruptores 1 y 2.
- Se cierran los interruptores 1, 2 y 3.

- a) En este caso, el amperímetro marcará la intensidad total que recorre el circuito. La resistencia equivalente es de 40Ω :

$$I = \frac{\Delta V}{R_{\text{eq.}}} = \frac{9 \text{ V}}{40 \Omega} = 0,225 \text{ A}$$

- b) Marcaría el mismo valor que antes, pues la situación es equivalente.

$$I = \frac{\Delta V}{R_{\text{eq.}}} = \frac{9 \text{ V}}{40 \Omega} = 0,225 \text{ A}$$

- c) Ahora, la resistencia total es de 25Ω . Entonces:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{\text{eq.}}} = \frac{9 \text{ V}}{25 \Omega} = 0,36 \text{ A}$$

d) Ahora, la resistencia total es de 20Ω .

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{9 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,45 \text{ A}$$

Como vemos, a medida que conectamos más lámparas y motores en paralelo la intensidad aumenta porque disminuye la resistencia equivalente del circuito. La consecuencia: el generador se agotará antes.

78

Si todos los motores tienen la misma resistencia:

- a) ¿Circulará la misma intensidad por todos ellos al cerrar los tres interruptores?
- b) ¿Cuál será la caída de potencial en cada uno de ellos?

- a) Sí, porque la intensidad se reparte equitativamente por las diferentes ramas si la resistencia en cada rama es la misma.
- b) La caída de potencial en cada motor se puede calcular a partir de la intensidad que circula por cada uno. Como en ese caso la intensidad calculada en la actividad anterior, apartado d, es de $0,45 \text{ A}$, por cada rama de cada motor circula un tercio de esa cantidad, es decir, $0,45/3 = 0,15 \text{ A}$:

$$\Delta V = I \cdot R_{Motor} = 0,15 \text{ A} \cdot 20 \Omega = 3 \text{ V}$$

79

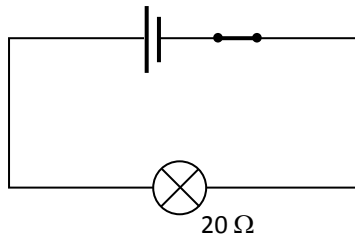
¿La intensidad que marca el amperímetro es la misma que circula por los motores M_1 , M_2 y M_3 ? Explica tu respuesta.

No, el amperímetro marca la intensidad que recorre la rama principal del circuito, $0,45 \text{ A}$. Pero por cada motor circula la tercera parte de esa intensidad, es decir, $0,15 \text{ A}$.

80

Dibuja un circuito equivalente a este representado por una sola resistencia cuyo valor corresponda al caso en que todos los interruptores están cerrados.

El circuito sería así:

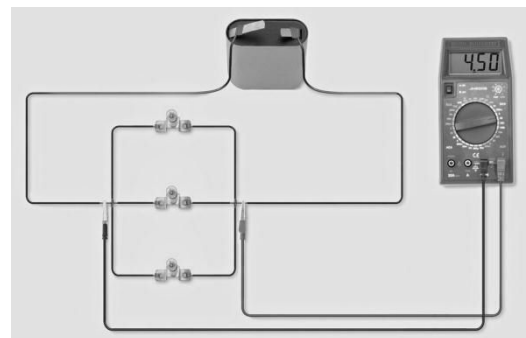


81

Observa ahora este circuito.

- a) ¿Cómo está conectado el polímetro, como amperímetro o como voltímetro? ¿Por qué lo sabes?
- b) ¿Cómo se modificaría el valor mostrado en la pantalla si desconectamos una de las lámparas? ¿Mostraría un número mayor o menor? ¿Por qué?

- a) Está conectado como voltímetro, porque sus contactos están colocados en paralelo con los elementos del circuito.
- b) Al desconectar una de las lámparas, la resistencia equivalente del circuito aumentaría. Pero como no hay otros elementos en el circuito, el polímetro siempre marcará el valor del voltaje que proporciona la pila. Por tanto, no se alteraría al quitar una de las lámparas.



82

COMPRESIÓN LECTORA. Elabora un resumen del texto en unas cuantas líneas.

Respuesta libre.

83 **COMPRESIÓN LECTORA. ¿En cuántas partes dividirías el texto? ¿De qué habla cada una?**

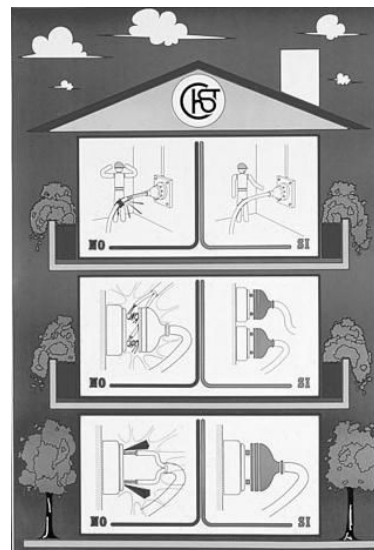
En dos. En la primera parte se habla de cómo se deben evitar los accidentes eléctricos. En la segunda se propone qué hacer en caso de que el accidente eléctrico se produzca.

84 **Explica los dibujos del cartel, destinado a prevenir accidentes con la electricidad. Trabajando en grupo, elaborad un cartel similar con medidas adecuadas para proteger a las personas que utilizan instalación eléctrica:**

- En tu vivienda.
- En tu centro de enseñanza.

El superior indica que las instalaciones deben mantenerse en buen estado. El del medio señala que las conexiones deben realizarse de manera correcta, sin cables sueltos, sino añadiendo las clavijas y colocándolas en tomas diferentes cuando sea necesario. El inferior indica que los cables no deben conectarse directamente a las tomas de corriente, sino empleando clavijas.

En el trabajo en grupo conviene asesorar para que se repartan las tareas y centrar cada grupo de trabajo en un tema diferente, para abarcar distintas temáticas: mantenimiento de instalaciones, uso de conectores múltiples, uso de aparatos que necesitan toma de tierra, etc.



85 **Revisa la instalación eléctrica en tu casa o en tu instituto.**

- Elabora una lista con puntos donde aprecies enchufes sobrecargados.
- Anota en una tabla los desperfectos observados. Indica en ella qué aparato o aparatos sufren esta anomalía.
- ¿Qué modificaciones deberías tener en cuenta para evitar riesgos en caso de que haya niños pequeños?

Respuesta libre. En el caso de que haya niños pequeños deben incluirse en las tomas de corriente protectores que no se puedan separar fácilmente.

86 **TRABAJO COOPERATIVO. Ahora elabora una lista con conductas que seguís tú o tu familia a la hora de manejar circuitos eléctricos que sean positivas, y otra lista con conductas que sean contraproducentes. Compara tus listas con las de tus compañeros de clase y decidid entre varios una campaña, apoyada con una presentación multimedia, con el objetivo de aumentar la seguridad a la hora de manejar la electricidad.**

Respuesta libre. Es conveniente realizar a continuación una puesta en común en el aula.

87 **En cada experiencia compara el valor del voltaje en el generador de tensión con la lectura del voltímetro.**

- ¿Coinciden?
- ¿A qué crees que es debido?

Respuesta libre. En principio deberían coincidir, pero en realidad el hilo conductor no es perfecto, lo que hará que el voltaje señalado por el voltímetro sea ligerísimamente inferior al voltaje proporcionado por el generador, dentro de los errores experimentales asociados al aparato.

88 **Observa la gráfica y analiza la relación entre las variables. ¿Son directa o inversamente proporcionales?**

Son directamente proporcionales. Si aumenta el voltaje proporcionado, aumenta la intensidad que circula.

89 Compara el valor de la pendiente con lo que has calculado en la última columna de la tabla. ¿Qué representa la pendiente de la recta?

La pendiente de la recta representa la resistencia eléctrica.