

## UNIDAD 5

# Circuitos eléctricos

- 1 Electricidad. Carga y corriente eléctrica
- 2 Circuito eléctrico. Componentes y simbología
- 3 Magnitudes eléctricas
- 4 Ley de Ohm. Circuitos en serie y en paralelo
- 5 Efectos de la corriente eléctrica. Uso racional de la electricidad
- 6 El LED. Conexiones mediante resistores o resistencias

### ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN Y SÍNTESIS

### PROCEDIMIENTOS INFORMÁTICOS

Simuladores de circuitos

### PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

Construcción de circuitos

### TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y SOSTENIBILIDAD

Almacenamiento de energía eléctrica

#### PROYECTO GUÍA

SA

#### Diseño y construcción de una lámpara solar

¿Imaginas tu vida sin luz eléctrica? En muchos lugares del mundo no llega la electricidad. Los niños no pueden estudiar y las tareas del hogar se realizan con velas o quemando madera.

Pueden ser de utilidad desde una lámpara solar hasta una casa que funcione con paneles solares fotovoltaicos. En el diseño ten en cuenta que pueda desmontarse y repararse con facilidad.

OXFORD PROYECTOS

Accede a tu Escritorio GENiOX





## Después de leer...



- 1 Buscad una imagen de Waterlight en Internet e información sobre su diseño. ¿Qué aspectos del diseño favorecen el uso de objetos sostenibles?
- 2 ¿Qué otros dispositivos podrían obtener energía eléctrica de fuentes renovables?
- 3 Muchos hogares generan su propia electricidad. Debatid en clase sobre las ventajas e inconvenientes de las instalaciones de autoconsumo. ¿Se podrían usar en tu centro?
- 4 A la vista de los datos del PNUD, analizad qué relación tiene el uso de energías renovables con otros ODS.

# «Una lámpara que funciona con agua de mar»



**Waterlight** es un dispositivo con un diseño social y sostenible que proporciona energía eléctrica a partir de la ionización del agua salada. Con tan solo medio litro puede producir luz durante 45 días, toda una revolución para millones de personas que no pueden acceder a la electricidad.

Se estima que unos 840 millones de personas en el mundo no tienen acceso a la electricidad, y el proyecto Waterlight surgió «para iluminar la vida» de la comunidad Wayúu en Colombia, «para llevar luz a La Guajira, pero también para extenderse a cualquier lugar donde sea necesario», explica M. Mojica, su creador.

Así, Waterlight ofrece la posibilidad de generar luz donde no llega la electricidad, de modo «que durante la noche se pueda continuar con la producción artesana, las labores de pesca o los estudios de los más jóvenes».

El dispositivo proporciona energía eléctrica a partir de la ionización del agua salada. En el proceso, un electrolito formado por agua salada provoca una reacción, transformando el magnesio de su interior en energía eléctrica.

Construida a partir de materiales totalmente reciclables y resistentes, el diseño de la lámpara Waterlight está inspirado en la comunidad Wayúu y en su arte tradicional, que representa la fauna, la flora y su conexión con el mar.

A juicio de Mojica, el papel del diseño es «clave» para la sostenibilidad futura del planeta.

[elagoradiario.com](http://elagoradiario.com) (Septiembre 2021, Adaptación)

Este invento mejora la vida de las personas y ayuda a conservar el entorno, ya que, según datos de PNUD:

- 1 de cada 7 personas aún no tiene acceso a la electricidad; la mayoría de ellos vive en áreas rurales del mundo en desarrollo.
- La energía es uno de los grandes contribuyentes al cambio climático, y representa alrededor del 60% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.
- Más del 40% de la población mundial, 3 mil millones de personas, dependen de combustibles contaminantes e insalubres para cocinar.





# 1 ¿Qué es la electricidad? Carga y corriente eléctrica

Si frota un bolígrafo con una tela y lo acercas a unos trocitos de papel, observarás que estos son atraídos por el bolígrafo. ¿Por qué crees que ocurre esto?

## 1.1. La carga eléctrica

Entender la razón por la que los cuerpos se atraen o se repelen requiere saber cómo está estructurada la materia y recurrir al concepto de carga eléctrica.

La **carga eléctrica** es la propiedad de la materia responsable de los fenómenos eléctricos.

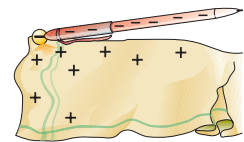
Para explicar los fenómenos eléctricos de atracción y repulsión, hay que partir del hecho de que la materia está constituida por átomos, y estos, a su vez, por otras partículas más pequeñas:

- Los electrones, que tienen carga negativa y son los responsables de los fenómenos eléctricos.
- Los protones, que poseen carga positiva.
- Los neutrones, que carecen de carga.

En general, la materia es neutra, es decir, no está cargada eléctricamente, lo que significa que hay un equilibrio entre el número de cargas negativas (electrones) y el de cargas positivas (protones).

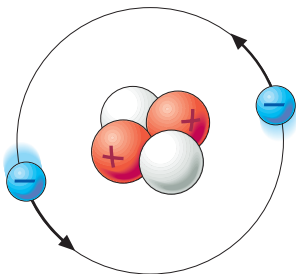
En ocasiones, sin embargo, se produce un movimiento de electrones, que pasan de unos materiales a otros. Al frotar un bolígrafo con un paño, los electrones son arrancados de este último y pasan al bolígrafo, que, de esta forma, queda cargado negativamente. Tras electrizar el bolígrafo, las cargas quedan en reposo, esto es, no se desplazan por el material electrizado. Se habla entonces de **electricidad estática**.

Si se acerca luego el bolígrafo cargado a un trocito de papel, los electrones del extremo del papel más próximo al bolígrafo son repelidos al lado contrario, con lo que dicho extremo queda cargado positivamente: esa es la razón por la que el bolígrafo atrae el papel.

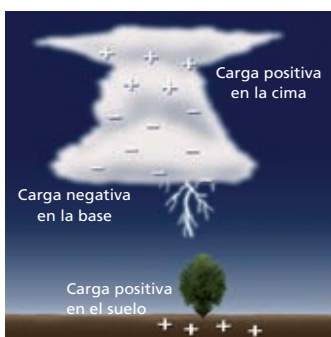


### Actividades

1 Observa la imagen y contesta a las preguntas: ¿qué partículas constituyen el átomo?, ¿cuáles están situadas en el núcleo?, ¿dónde están los electrones?



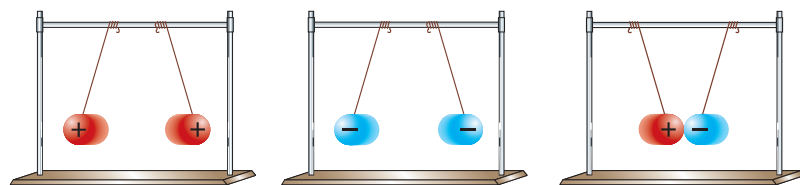
2 Un relámpago es un inmenso destello causado por una gran concentración de carga eléctrica en una nube. Este destello puede saltar, bien de una nube a otra, o bien al suelo. Busca información sobre cómo se origina un relámpago y explícalo. Fíjate en la imagen, que puede servirte de ayuda.



### Actividades

3 Investiga de donde procede la palabra *electricidad*. ¿Por qué se le eligió ese término?

4 Observa las siguientes imágenes:



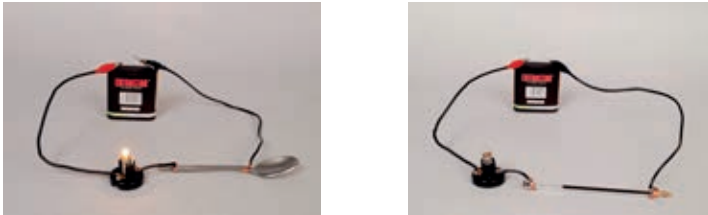
¿Cómo se comportan las cargas que tienen igual signo? ¿Y las de signo contrario?

## 1.2. La corriente eléctrica

Al igual que el agua fluye por una tubería, los electrones pueden desplazarse a través de ciertos materiales y crear, así, una corriente eléctrica.

Se denomina **corriente eléctrica** al desplazamiento continuo de electrones a través de un material conductor.

En uno de los circuitos se ha intercalado una cuchara metálica, y en el otro, un bolígrafo de plástico. ¿En cuál de los dos casos está encendida la bombilla? ¿Qué materiales permiten el paso de la corriente eléctrica? ¿Cuáles no? Piensa a qué puede ser debido y debatid esta cuestión en clase.

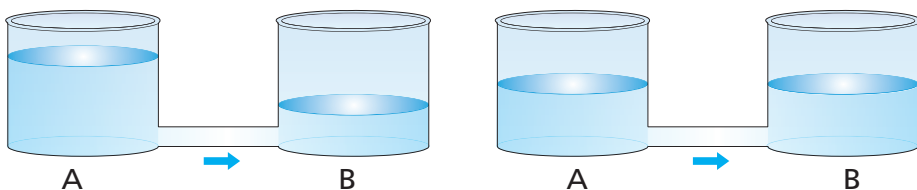


Según lo anterior, se puede hacer una primera clasificación de los materiales:

- **Materiales conductores.** Son aquellos que permiten el paso de la corriente eléctrica. Los metales son buenos conductores de la electricidad.
- **Materiales aislantes.** Son aquellos materiales que impiden el paso de la corriente eléctrica. Los plásticos, la madera o la cerámica son algunos ejemplos.

### ¿Qué hace que se produzca la corriente eléctrica?

Observa el siguiente símil con el comportamiento de los líquidos. ¿Qué ocurre cuando se conectan los recipientes A y B, cada uno con un nivel de líquido distinto?



¿Cuándo deja de pasar el líquido de un recipiente a otro? ¿Cómo puede relacionarse esto con la corriente eléctrica?

Para que se produzca el desplazamiento de los electrones a través del material conductor, es necesario que exista un desequilibrio de cargas entre dos puntos de dicho material. Es decir ha de haber gran cantidad de electrones en un lugar y poca o ninguna en el otro.

### Actividades

- 5 ■ ¿De qué materiales están fabricados los cables eléctricos? ¿Por qué?
- 6 ■ Imagina el viaje que realizan los electrones cuando haces el simple gesto de pulsar un interruptor para encender una luz.
- 7 ■ Busca en Internet qué es la conductividad eléctrica y el valor de la misma para el cobre, el aluminio, el grafeno y el vidrio.

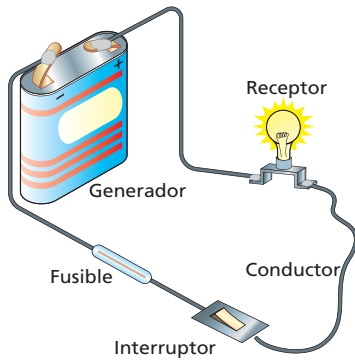
### Velocidad de la corriente

Al accionar el interruptor de una lámpara, la luz se enciende de manera prácticamente instantánea, lo que puede hacernos creer que los electrones se desplazan rápidamente. Sin embargo, esto no es así. La velocidad media de un electrón que circula por un cable de cobre es de 0,07 cm/s, es decir, le llevaría 24 min recorrer 1 m de cable.

La explicación de que la lámpara se encienda tan rápido está relacionada con la gran cantidad de electrones libres que tiene el conductor. En el caso del cobre es del orden de  $10^{22}$  por cada centímetro cúbico.



## 2 Circuito eléctrico, componentes y simbología



¿Podrías explicar qué es un circuito eléctrico? ¿Qué elementos lo forman y cuál es la función de cada uno de ellos?

Un **circuito eléctrico** es un conjunto de elementos conectados entre sí por los que circula la corriente eléctrica.

Está formado por un generador, receptores, elementos de control y de protección y conductores que permiten el paso de la corriente.

### 2.1. Generadores

Para generar una corriente eléctrica y mantenerla de modo permanente, se precisa un dispositivo que la origine y proporcione la energía necesaria para que los electrones se mantengan en movimiento. Este dispositivo es el generador, que consta de dos polos: uno positivo y otro negativo.

Los generadores pueden ser:

- **Pilas o baterías.** Utilizan procesos químicos para producir la corriente.
- **Alternadores o dinamos.** Transforman el movimiento en corriente.
- **Celdas solares fotovoltaicas.** Aprovechan la energía del Sol para producir corriente eléctrica.
- **Celdas de hidrógeno.** Obtienen energía combinando hidrógeno con oxígeno del aire.

Los dos últimos tipos, si bien están menos extendidos, son más respetuosos con el medioambiente.

### 2.2. Receptores

Son dispositivos que transforman la energía eléctrica que reciben en otro tipo de energía susceptible de ser utilizada. Observa el siguiente cuadro, donde se muestran dichos dispositivos, la energía útil obtenida y el efecto que producen.

Receptores	Energía útil	Efecto producido
Resistencia eléctrica	Térmica o calorífica	Calor
Bombilla	Luminosa o lumínica	Luz
Motor	Mecánica	Movimiento
Timbre	Sonora o acústica	Sonido

Los electrones abandonan el generador transportando con ellos energía y recorren el circuito hasta llegar al polo opuesto del mismo. A su paso pueden encontrarse distintos elementos en los que gastan parte de esa energía, que es aprovechada para producir ciertos efectos, como encender una bombilla o poner en marcha un motor.



### Actividades

8 ¿Qué objetos se muestran en las fotografías? Identifica qué tipo de generador utilizan. ¿Qué crees que es lo que produce su movimiento? ¿Qué tipo de energía se obtiene a la salida?

9 Investiga y explica por qué es importante utilizar contenedores adecuados para depositar las pilas y baterías gastadas.



## 2.3. Elementos de control y maniobra

Los elementos de control y maniobra sirven para dirigir o interrumpir a voluntad el paso de la corriente eléctrica. Los más comunes son los siguientes:

- **Interruptor.** Tiene dos posiciones: una permite el paso de la corriente eléctrica, mientras que la otra lo impide.
- **Conmutador.** Dirige la corriente a una de las dos salidas que posee.
- **Pulsador.** Es similar a un interruptor, pero, a diferencia de este, retorna a su posición original cuando deja de ser accionado.

## 2.4. Elementos de protección

Los dispositivos de protección interrumpen el paso de la corriente cuando esta es muy elevada; así evitan que los demás elementos del circuito sufran daños.

Son los **fusibles** y los **interruptores magnetotérmicos**. Estos últimos se encuentran en el cuadro general de mando y protección de todos los edificios.

## 2.5. Simbología

Para representar circuitos eléctricos, resulta más sencillo utilizar un código de símbolos. En el cuadro siguiente se muestran los más utilizados:

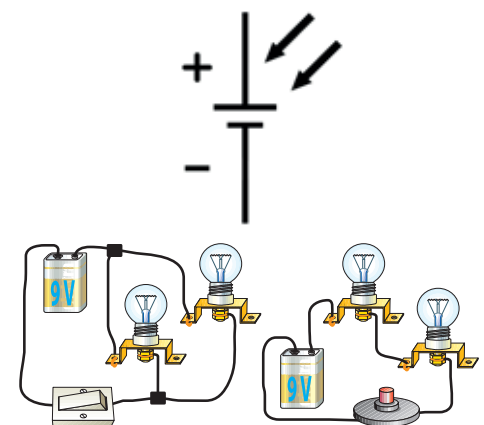
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Pila o batería		Pulsador	
Bombilla		Fusible	
Motor		Timbre	
Resistencia		Cruce	
Interruptor		Empalme	
Conmutador		Amperímetro y voltímetro	

### Actividades


- 10 Observa el símbolo del margen. ¿Qué crees que representa?
- 11 Busca información sobre paneles solares. ¿Cómo funcionan? ¿Qué características tienen?
- 12 ¿Qué elemento de control activa el timbre de tu casa? ¿Y la bombilla del salón? ¿Podrías intercambiarlos? ¿Por qué?
- 13 El conmutador permite activar un punto de luz desde dos o más sitios. ¿Hay alguno en tu casa? ¿Dónde?
- 14 Representa con símbolos los circuitos del margen.




Cuadro general de mando y protección del interior de una vivienda.



### 3 Las magnitudes eléctricas. ¿Cómo se mide la electricidad?



240 V 300 mA

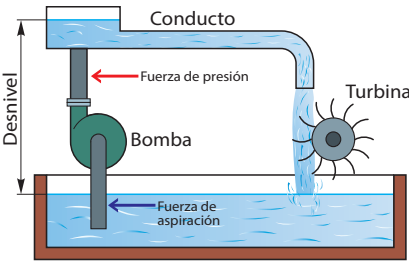


240 V 5W

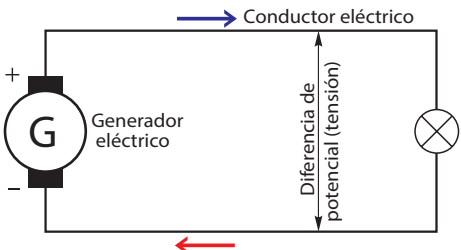
¿Te has fijado en las características del cargador del móvil? ¿Y en las de una bombilla? ¿En qué se diferencian unas pilas de otras?

#### 3.1. Voltaje, intensidad y resistencia eléctrica

Observa las siguientes ilustraciones, que representan un circuito eléctrico y un símil hidráulico.



símil hidráulico



circuito eléctrico

¿Qué hace que el agua fluya en el circuito hidráulico? ¿Y la corriente eléctrica en el circuito eléctrico?

La **carga** es la cantidad de electricidad almacenada en un cuerpo

Es el equivalente al volumen de agua contenida en el depósito superior del símil hidráulico. Se designa mediante la letra **Q** y se mide en **culombios (C)**.

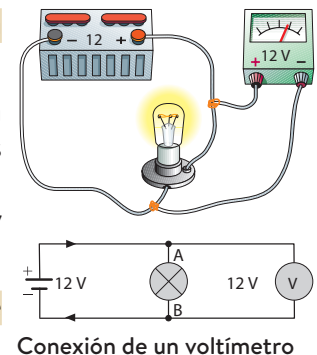
Las magnitudes eléctricas básicas son el **voltaje** o **tensión**, la **intensidad** de la corriente y la **resistencia** eléctrica. Veamos, a continuación, con detalle cada una de ellas, apoyándonos en el símil hidráulico de la ilustración para una mejor comprensión.

#### Voltaje

El **voltaje** o **tensión** es la diferencia de energía eléctrica entre dos puntos de un circuito.

La carga siempre circula desde los puntos donde la energía es más alta hasta aquellos en los que es más baja. Dicha energía es el equivalente a la altura en el ejemplo del circuito hidráulico. Por tanto, si no hay tensión, no hay corriente.

El **voltaje** se designa mediante la letra **V**. Se mide en **voltios (V)**.



Para medir el voltaje, se utiliza el **voltímetro**, que se conecta **en paralelo** con el componente o generador cuya tensión se va a medir.

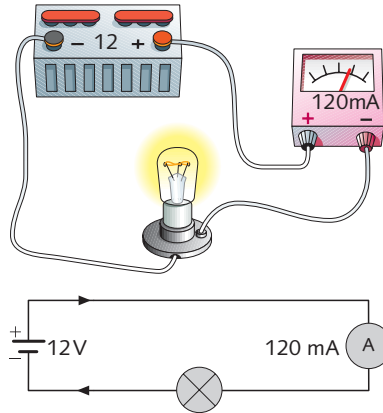
Hay que tener presente que, si se conecta a tensiones muy altas, puede resultar dañado.

## Intensidad

La **intensidad de corriente** es la cantidad de carga eléctrica que pasa por un punto determinado del circuito en un segundo (el caudal de electrones en ese punto). La **intensidad de corriente** se designa mediante la letra ***I***. Se mide en **amperios (A)**.

Para medir la intensidad de corriente, se emplea el **amperímetro**, un instrumento que se conecta **en serie** con el receptor o los receptores cuya intensidad se desea conocer.

También hay que seleccionar la escala apropiada a la corriente a cuya medición se va a proceder, expresada en este caso en amperios o en miliamperios.



## Resistencia eléctrica

La **resistencia eléctrica** es la oposición que ejercen los elementos del circuito al paso de la corriente eléctrica.

Equivale a los accidentes u obstáculos del conducto que dificultan el paso de la corriente de agua a la turbina.

La **resistencia** eléctrica se designa mediante la letra ***R***. Se mide en **ohmios ( $\Omega$ )**.

## 3.2. Energía eléctrica y potencia

La **energía eléctrica (*E*)** puede transformarse en luz, calor o movimiento.

La cantidad de energía consumida o producida por unidad de tiempo se denomina **potencia (*P*)**.

La relación entre energía eléctrica y potencia se expresa de este modo:

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

La **potencia** se mide en **vatios (W)** y la **energía eléctrica**, en **julios (J)** o, en la mayoría de los casos, en **kilovatios hora (kW · h)**.

## Actividades

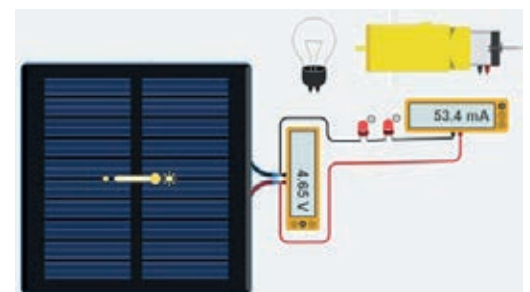
- 15 ■ ¿Compara las magnitudes tensión, resistencia eléctrica e intensidad de corriente con las características correspondientes del símil hidráulico.
- 16 ■ Comprobad el funcionamiento de un panel solar. Conectad varios componentes a un panel solar y medid la intensidad y voltaje que suministra. A partir de estos datos calculad la potencia. Simula previamente el circuito mediante Tinkercad.
- 17 ■ Expresa en unidades del SI las siguientes medidas:  
a) 25 k $\Omega$     b) 3 mV    c) 45 mA    d) 0,1 mA
- 18 ■ Calcula la energía consumida en kilovatios hora por una plancha de 1200 W conectada durante 2 h.
- 19 ■ ¿De qué modo se crea la tensión necesaria para mantener la corriente?

## El polímetro

Mediante un instrumento llamado **polímetro** es posible realizar mediciones de distintas magnitudes eléctricas (tensión, intensidad, resistencia, etc.) en diferentes escalas de medida.



Dispone de un conmutador rotativo que nos permite seleccionar la escala más adecuada a cada magnitud.





## 4 Ley de Ohm. Circuitos en serie y en paralelo

En 1822, **Georg Ohm** publicó la relación que existe entre el voltaje, la intensidad y la resistencia. En honor a este físico alemán, la relación de proporcionalidad existente entre el voltaje, la intensidad y la resistencia eléctrica se denomina **ley de Ohm**, que matemáticamente se expresa así:

$$V = I \cdot R$$

Esta ley pone de manifiesto que:

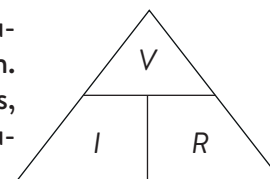
- Para una resistencia determinada, **voltaje e intensidad son magnitudes directamente proporcionales**. Esto significa que si se duplica el voltaje, por ejemplo, también se duplicará la intensidad, y, si el voltaje se reduce a la tercera parte, la intensidad se verá, igualmente, rebajada en un tercio.
- Para un voltaje dado, **intensidad y resistencia son magnitudes inversamente proporcionales**. En otras palabras, si aumenta la resistencia de los elementos del circuito, la intensidad que circula por el mismo disminuirá de manera proporcional. Así, si la resistencia se duplica, la intensidad de corriente se verá reducida a la mitad.

La ley de Ohm se puede expresar de otras dos formas:

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

### Actividades

- 20 Te proponemos el siguiente esquema para ayudarte a retener en la memoria la ley de Ohm. Expresa esta importante ley de tres maneras, ocultando cada vez una de las magnitudes y deduciendo la relación con las dos restantes.



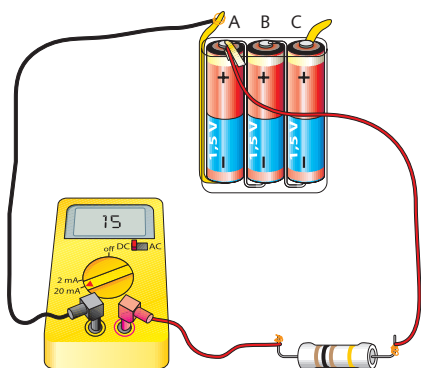
- 21 Halla el voltaje si  $I = 3 \text{ A}$  y  $R = 4 \Omega$ .
- 22 Halla la resistencia si  $I = 0,5 \text{ A}$  y  $V = 1,5 \text{ V}$ .
- 23 ¿Qué intensidad de corriente ( $I$ ) va a circular por los elementos del circuito que habéis diseñado en vuestro proyecto?
- SA
- 24 ¿Qué corriente circula por la bombilla de una linterna alimentada por  $4,5 \text{ V}$  si su resistencia es de  $9 \Omega$ ?
- 25 Comprueba la ley de Ohm. Para ello, sigue los pasos que se indican a continuación y responde a las preguntas:



- a) Monta el circuito del margen. Ciérralo colocando la pinza sucesivamente en cada una de las posiciones indicadas: A, B y C.
- b) Anota la intensidad que marca el amperímetro para cada tensión, tal y como aparece en la tabla:

Posición	Tensión	Resistencia	Intensidad (medida)
A	1,5 V	100 $\Omega$	15 mA
B	3 V	100 $\Omega$	30 mA
C	4,5 V	100 $\Omega$	45 mA

- c) Mediante una hoja de cálculo, representa en un gráfico los resultados obtenidos.



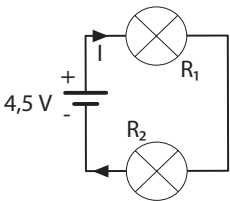
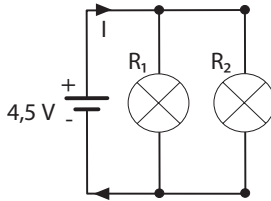
## 4.1. Circuitos en serie y en paralelo

Observa los circuitos del margen:

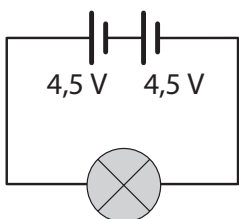
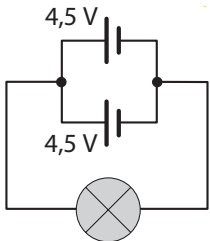
- a) ¿Cómo están conectadas las bombillas?  
 b) ¿Qué ocurriría en el primer circuito si se funde una de las bombillas?, ¿y en el segundo?



### Conexión de receptores

En serie	En paralelo
 <p>El voltaje de la pila se reparte entre todos los receptores. La intensidad que circula por todos ellos es la misma.                      La resistencia total es <math>R_T = R_1 + R_2</math>.</p>	 <p>La intensidad que sale de la pila se reparte entre los receptores. El voltaje en los extremos de cada receptor coincide con el de la pila.                      La resistencia total es <math>\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}</math>.</p>

### Conexión de generadores

En serie	En paralelo
 <p>El voltaje obtenido es la suma del voltaje de cada pila.                      En este caso: <math>V_T = 4,5 \text{ V} + 4,5 \text{ V} = 9 \text{ V}</math></p>	 <p>En el ejemplo: <math>V_T = 4,5 \text{ V}</math>. Las dos pilas suministran corriente. La bombilla lucirá más tiempo y se podrán accionar receptores que requieran más intensidad.</p>

### Actividades

- 26 ■ ¿Cómo crees que se conectan las tomas de corriente y los puntos de luz en una vivienda: en serie o en paralelo? (Pista: ¿qué ocurre al fundirse una bombilla?).
- 27 ■ Construye un circuito en serie y otro en paralelo con una pila, un interruptor, cables de conexión y tres bombilla. Si se funde una de las bombillas, ¿seguirán funcionando las demás en el circuito en serie? ¿Y en el circuito en paralelo?
- 28 ■ Monta o simula la conexión de dos paneles solares en serie y en paralelo. Mide el voltaje proporcionado en cada caso. Explica la utilidad de cada tipo de conexión.

## 5 ¿Qué efectos produce la corriente eléctrica? Uso racional de la electricidad

¿Sabes por qué una plancha o una tostadora producen calor cuando son enchufadas a la red? Debatid sobre esta cuestión en clase.

Como acabamos de estudiar, la energía que transporta la corriente eléctrica causa diversos efectos sobre los receptores. En ellos, la energía eléctrica se transforma en otros tipos de energía: calor, luz o movimiento, lo que permite su aprovechamiento.

### 5.1. Calor

Cuando los electrones chocan contra los átomos de los materiales por los que circulan, parte de la energía que transportan se convierte en calor. Este fenómeno se conoce como **efecto Joule**.



Las resistencias son elementos que producen calor. Se incluyen en aparatos como tostadoras, secadores de pelo, calentadores eléctricos, etc.

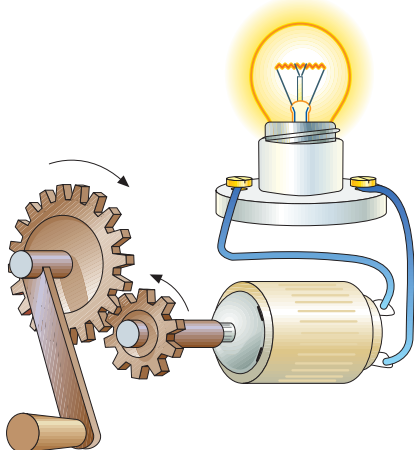
### 5.2. Luz

Existen diferentes formas de producir luz mediante la electricidad:

- Las lámparas incandescentes y halógenas se basan en la emisión de luz que produce un filamento metálico cuando lo atraviesa la corriente eléctrica. Gran parte de la energía se pierde en forma de calor.
- Algunos gases emiten luz cuando son sometidos a descargas eléctricas. Esta tecnología se aprovecha en las lámparas fluorescentes y las de neón y xenón. El empleo de elementos contaminantes, sin embargo, desaconseja su uso.
- En las lámparas LED, la luz se produce como resultado del movimiento de electrones en un material semiconductor. Son las más eficientes en relación con la conversión de energía.

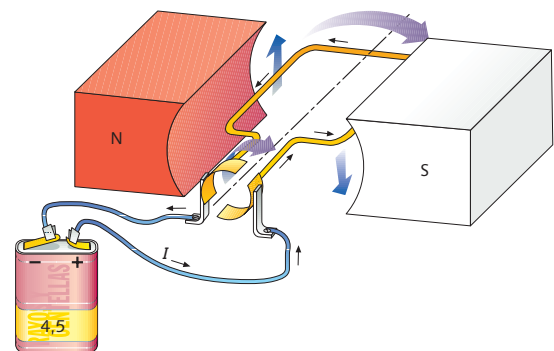
### Actividades >>>>>>>>>>>>>>>>>>>

- 29 **?** Si el eje de un motor eléctrico se hace girar con suficiente velocidad, se convierte en un generador. ¿Se te ocurre algún objeto que funcione de manera similar?



### 5.3. Movimiento

Los motores son los dispositivos encargados de convertir la energía eléctrica en movimiento. Su funcionamiento se basa en las fuerzas de atracción y repulsión que tienen lugar entre un imán y un hilo conductor colocado en su interior, que consta de una o varias vueltas, y por el que se hace circular una corriente eléctrica.





## 5.4. Uso racional de la electricidad

¿Eres consciente de la cantidad de energía eléctrica que consumimos? ¿Y del impacto ambiental derivado de ese consumo? ¿Qué medidas podemos tomar?

A continuación, se muestran algunas acciones encaminadas a ahorrar energía eléctrica en relación con los electrodomésticos, la iluminación, los aparatos electrónicos y la climatización:

Electrodomésticos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pon en funcionamiento el lavavajillas y la lavadora cuando estén llenos. Usa programas de lavado en frío.</li> <li>• Mantén las puertas de la nevera y el congelador abiertas el mínimo tiempo posible.</li> <li>• Apaga todos los aparatos que no estén siendo utilizados, incluidos los que disponen de modo de espera (<i>standby</i>).</li> </ul>
Iluminación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovecha al máximo la luz natural.</li> <li>• Apaga las luces que no son necesarias.</li> <li>• Emplea lámparas LED (mayor duración y menor consumo).</li> </ul>
Climatización
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procura mantener una temperatura interior agradable sin abusar del aire acondicionado.</li> <li>• Es aconsejable orientar al sur la fachada principal de los edificios para aprovechar la luz y el calor del sol.</li> <li>• A fin de reducir el gasto energético, es conveniente poner aislamiento térmico en ventanas, techos y paredes.</li> </ul>

### Actividades

**30** ■ Completa esta tabla en tu cuaderno y decide qué compra es más rentable. Puede suponerse un precio del kilovatio hora de unos 0,14 €.

Frigorífico congelador de eficiencia A+		Frigorífico congelador de eficiencia C	
Precio de compra (€)	477	Precio de compra (€)	395
Consumo de energía (kW · h/año)	215	Consumo de energía (kW · h/año)	480
Vida útil (años)	15	Vida útil (años)	15
Consumo total vida útil (kW · h)	...	Consumo total vida útil (kW · h)	...
Coste energía al final de su vida útil (€)	...	Coste energía al final de su vida útil (€)	...
Coste total (€)	...	Coste total (€)	...

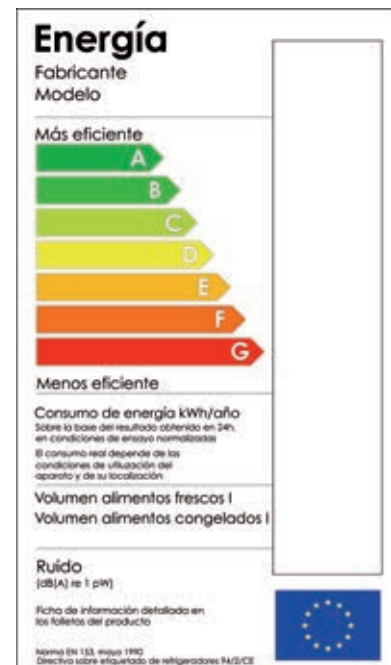
**31** ■ No olvidéis incluir, en el manual de instrucciones de vuestro producto, algunas indicaciones sobre su utilización correcta para ahorrar energía y evitar su deterioro. ¿Tenéis ya algunas ideas?

SA

### Actividades

**32** ■ Busca información sobre el significado de las expresiones *economía sostenible* y *neutralidad de carbono*.

**33** ■ En la imagen se muestra la etiqueta energética:



- ¿De qué informa? ¿Qué permite conocer?
- ¿Dónde la encontramos?
- ¿Es obligatoria?
- ¿Por qué es importante?
- ¿Qué letra indica una mayor eficiencia?
- ¿Qué letra señala un consumo de energía más alto?

**34** ■ Seguramente habrás oído hablar del Protocolo de Kioto y del Acuerdo de París. Busca información en Internet y redacta un breve informe sobre los mismos. ¿Qué relación tienen con lo estudiado en este apartado?

## 6 ¿Qué es un LED? Conexión mediante resistencias o resistores

Un **LED** (en inglés, acrónimo de *light emitting diode*: «diodo emisor de luz») es un dispositivo que emite luz de una forma muy eficiente. No obstante, presenta un problema: la mayoría no puede conectarse directamente a una pila. Para hacer esto posible, es necesario limitar la corriente que circula por ellos.

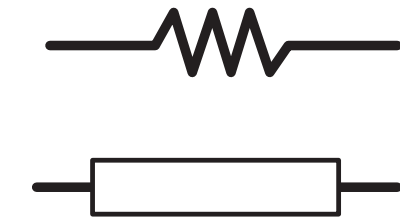
Con objeto de limitar la intensidad de corriente, se debe conectar una **resistencia en serie con el LED**.

### 6.1. Resistencia fija o resistor

En un circuito, una resistencia o resistor tiene la función de dificultar el paso de la corriente eléctrica que circula por el mismo.

Se emplean a fin de limitar la corriente que circula por otros componentes y, en divisores de tensión, con la finalidad de obtener voltajes diferentes al proporcionado por la pila.

Un código de colores indica su valor en ohmios.

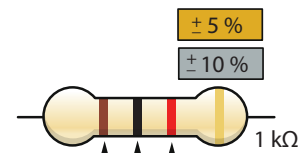


Símbolos de una resistencia.

0	Negro
1	Marrón
2	Rojo
3	Naranja
4	Amarillo
5	Verde
6	Azul
7	Púrpura
8	Gris
9	Blanco
± 5 %	Dorado
± 10 %	Plateado

1	1	X10
2	2	X100
3	3	X1000
4	4	X10000
5	5	X100000
6	6	X1000000
7	7	X10000000
8	8	X100000000
9	9	X1000000000

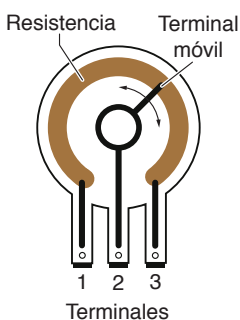


### Actividades

35 ¿Qué valor tiene la resistencia de la imagen?



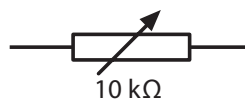
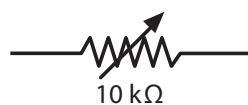
36 Si el potenciómetro es de 100 kΩ, ¿qué resistencia habrá entre los terminales 1 y 2? ¿Y entre el 1 y el 3?



Las dos primeras bandas indican los dos primeros dígitos del valor de la resistencia; la tercera, el número de ceros que hay que añadir, y la última, la tolerancia o posible desviación del valor proporcionado.

### 6.2. Resistencias variables o potenciómetros

Las resistencias variables permiten ajustar su valor por medio de un mando rotatorio. Se emplean, por ejemplo, en los controles de volumen, en atenuadores de luz o en reguladores de temperatura.

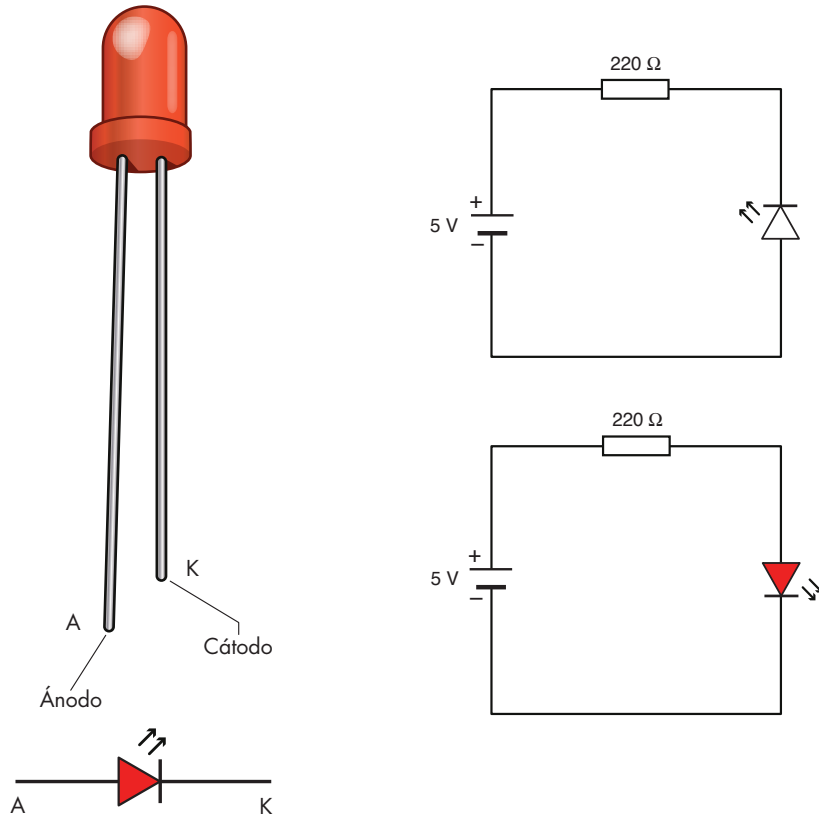


## 6.3. LED

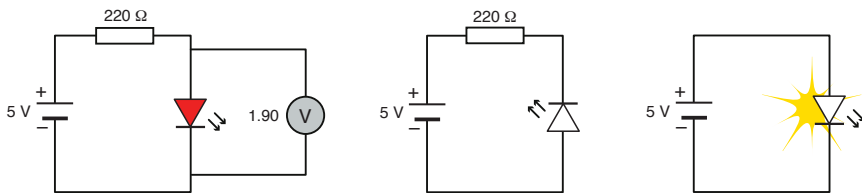
Un **diodo** es un componente electrónico fabricado con material semiconductor que solo permite el paso de corriente eléctrica en un sentido. Sus patillas reciben el nombre de ánodo y cátodo.

El **LED** es un diodo que transforma la corriente eléctrica en luz.

Así pues, es necesario garantizar que la corriente que sale del polo positivo de la pila entre por el ánodo del LED. La siguiente figura te puede ayudar a entenderlo mejor:



Para que un LED funcione correctamente, debe circular a través del mismo una intensidad de corriente limitada (entre 10 mA y 20 mA, habitualmente). Esta intensidad se consigue colocando una resistencia en serie con el LED:



En el primer circuito, el voltaje en los extremos de la resistencia es igual al voltaje de la pila menos el voltaje en los extremos del LED (1,9 V que marca el voltímetro). Aplicando la ley de Ohm, se calcula la intensidad que circula por la resistencia, que coincidirá con la intensidad que atraviesa el LED:

$$I_{\text{LED}} = (5 - 1,90) / 220 = 0,014 \text{ A} = 14 \text{ mA}$$

En el segundo circuito, el diodo se ha colocado al revés, por lo que no circula corriente. Finalmente, en el último circuito se ha retirado la resistencia; de este modo, la corriente es tan alta que el LED se rompe.

## ¿Qué es un semiconductor?

Los semiconductores son materiales que pueden comportarse como aislantes o como conductores, según las condiciones de funcionamiento. Son la base de los componentes electrónicos y de los ordenadores.

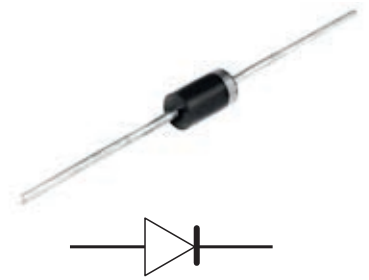
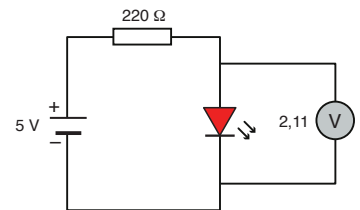


Imagen y símbolo del diodo.

## Actividades >>>>>>>>>>>>>>>>

**37** SA ■ Calcula la intensidad que circula por el LED del siguiente circuito:



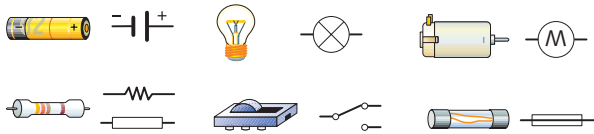
**38** SA ■ En el ejemplo del texto, la potencia que entrega la pila es  $P = V \cdot I = 5 \text{ V} \cdot 14 \text{ mA} = 70 \text{ mW}$ . Calcula la potencia que consumen la resistencia y el LED. ¿Serviría este circuito para nuestra lámpara? ¿Por qué?

**39** SA ■ Para la lámpara solar necesitarás diodos LED blancos de alta intensidad o potencia. Busca información sobre los mismos.



# Actividades de consolidación y síntesis

- 40 Indica a qué elementos corresponden los siguientes símbolos: fusible, conmutador, bombilla, pila, motor y resistencia.



- 41 Identifica los elementos de este circuito y represéntalos mediante símbolos:



- 42 Dibuja el circuito anterior y coloca en él un voltímetro y un amperímetro para medir la tensión en los extremos de la bombilla y la intensidad de corriente que la atraviesa.

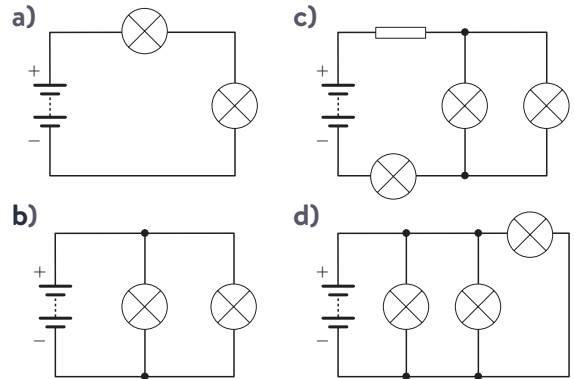
- 43 Calcula el consumo energético de los siguientes electrodomésticos si al cabo de un año han estado encendidos durante 100 horas:

Aparato	Potencia (W)
Aspiradora	1 500
Secador de pelo	1 000
Plancha	1 200
Tostadora	700
Máquina de afeitar	40

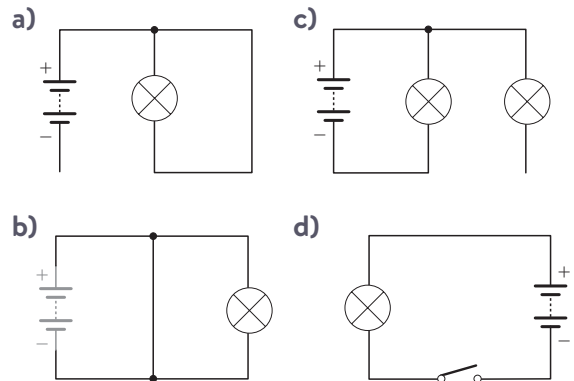
- 44 Completa en tu cuaderno esta tabla:

Magnitud	Símbolo	Unidad	Símbolo de la unidad
Intensidad	$I$	Amperios	...
Voltaje	...	Voltios	...
Resistencia	$R$	...	...
Energía	...	...	kW · h
Potencia	...	...	W

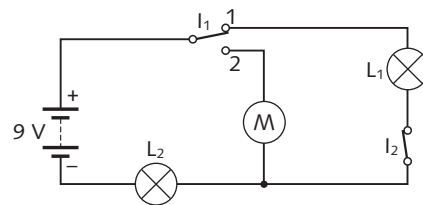
- 45 Identifica qué elementos de los siguientes circuitos están en serie y cuáles en paralelo:



- 46 Analiza estos circuitos y explica si van a funcionar o no y por qué:



- 47 Observa el circuito y completa la tabla.



Posición de los interruptores	Lámpara $L_1$	Lámpara $L_2$	Motor M
$I_1$ : posición 1 $I_2$ : abierto	...	...	...
$I_1$ : posición 2 $I_2$ : abierto	...	...	...
$I_1$ : posición 1 $I_2$ : cerrado	...	...	...
$I_1$ : posición 2 $I_2$ : cerrado	...	...	...

- 48 Diseña un circuito que permita modificar el sentido de giro de un motor. Dibuja el esquema eléctrico.

49 Diseña un circuito con el que se pueda encender un LED rojo o uno verde. Dispones de una pila de 4,5 V, dos resistencias de 220  $\Omega$  y un conmutador.

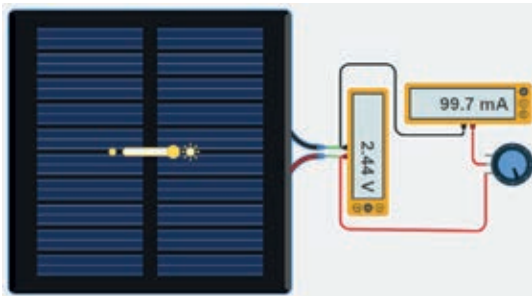
50 Los paneles solares están formados por células solares fotovoltaicas que transforman la luz solar en energía eléctrica. ¿Qué porcentaje de la energía solar que recibimos son capaces de aprovechar? ¿De qué depende ese porcentaje?

Los paneles solares se caracterizan por su potencia de pico ( $W_p$ ) y la eficiencia.

La potencia de pico es la máxima potencia que el panel puede entregar en unas condiciones estandarizadas: 1 000 W/m<sup>2</sup> de radiación solar y 25 °C de temperatura de panel.

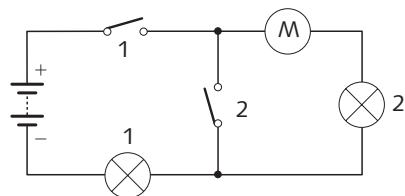
Para calcular la potencia de pico, realiza el siguiente montaje y varía el potenciómetro. Toma nota de los valores de voltaje e intensidad que van mostrándose. A partir de ellos calcula la potencia y encuentra la  $W_p$ .

Suponiendo que en un día soleado el sol irradia 1 kW/m<sup>2</sup> a la superficie de la Tierra, calcula la eficiencia de la placa solar. Para ello divide la potencia de pico encontrada en el apartado anterior entre la potencia recibida del sol. Deberás conocer la superficie del panel.



La potencia entregada por un panel solar depende de muchos factores. Calcula de nuevo la potencia de pico modificando la orientación del panel, la inclinación y simulando un día nublado interponiendo una hoja translúcida entre el panel y la fuente de luz.

51 Indica lo que pasará en circuito si:



- Se quema el motor.
- Se funde la lámpara 1.
- Se funde la lámpara 2.
- Se abre/cierra el interruptor 1.
- Se abre/cierra el interruptor 2

52 Copia la siguiente tabla en tu cuaderno, y complétala aplicando la ley de Ohm.

Voltaje	Intensidad	Resistencia
...	0,75 mA	6 k $\Omega$
9 V	...	18 $\Omega$
1,5 V	1 mA	...

53 Se va a realizar una exposición llamada *Cuadros vivos*. Incorpora luces, sonido e incluso algún elemento móvil a una pintura conocida y diseña el circuito eléctrico.



54 Realiza una tabla con un procesador de texto en la que aparezcan todos los componentes eléctricos de la unidad: nombre en inglés y español, imagen y símbolo.

55 Explica qué significa la información que aparece en un cargador para un ordenador portátil: Entrada: 230 V AC, Salida: 19.5 V DC 2.31 A 45 W.

### Actividades de síntesis

I Elabora un resumen de la unidad respondiendo a estas preguntas.

- ¿Qué es un circuito? ¿Qué circula por él?
- ¿De qué está compuesta la corriente eléctrica?
- ¿Qué elementos tiene un circuito? ¿Cómo se representan?
- ¿Qué magnitudes pueden medirse en un circuito? ¿Cómo se relacionan entre sí estas magnitudes?
- ¿Cómo se miden el voltaje y la intensidad?
- ¿De qué modo pueden conectarse dos elementos entre sí en un circuito?
- ¿Qué efectos produce la corriente eléctrica?
- ¿¿Qué uso racional puede hacerse de la electricidad?
- ¿Qué es un LED? ¿Cómo se conecta a un circuito?

II Elabora un esquema conceptual de la unidad partiendo de estos conceptos: *circuito, corriente eléctrica, generador, receptor, conductor, voltaje, intensidad, resistencia, ley de Ohm, conexión en serie y en paralelo, LED*.

III Crea tu propio diccionario técnico. Define los términos siguientes y otros que consideres adecuados: *carga, voltaje, corriente eléctrica, receptores, símbolos eléctricos, eficiencia energética, efectos de la corriente eléctrica, cortocircuito, LED, resistencia...*

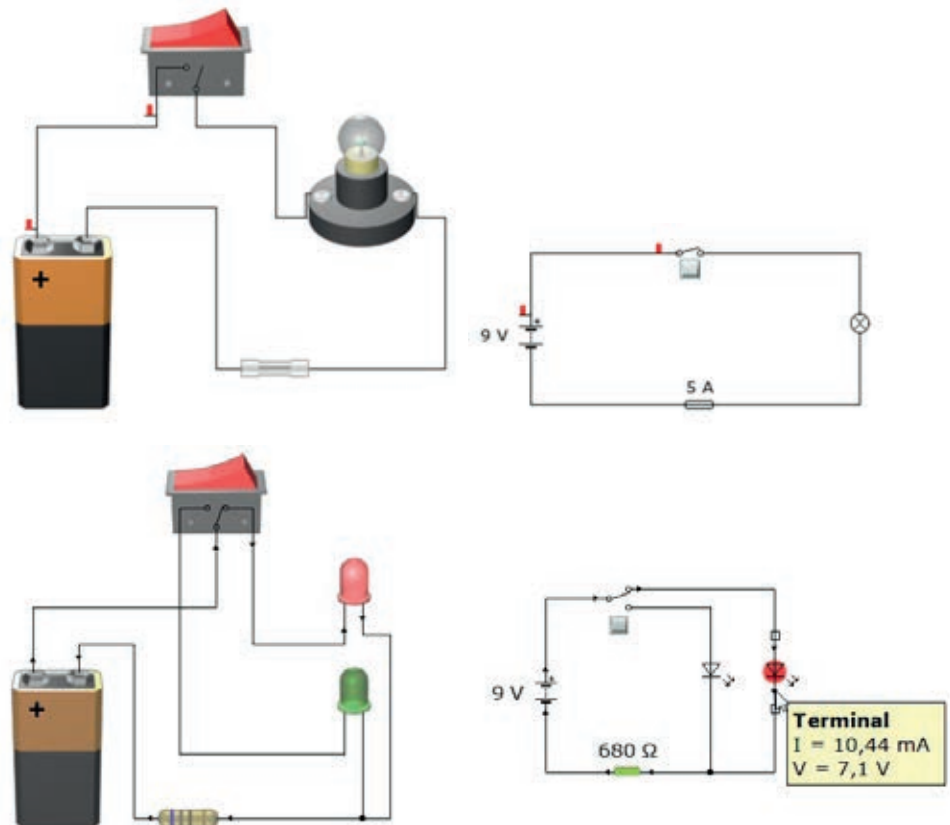
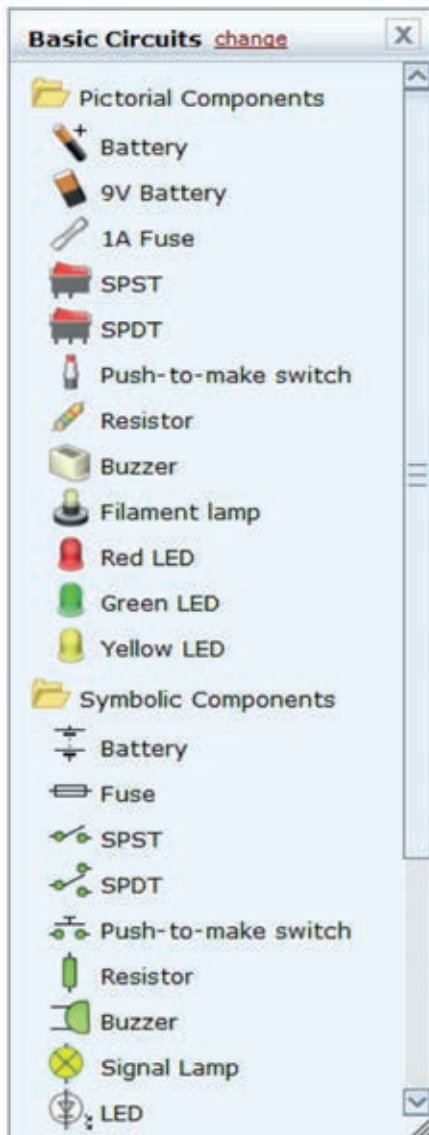
Resumen, esquema y glosario

## Simuladores de circuito

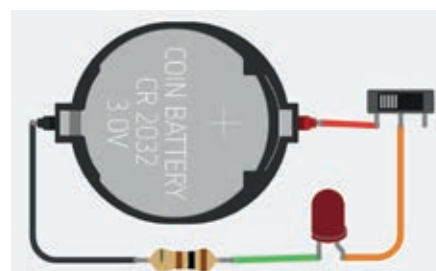
Existen programas de ordenador que permiten experimentar el funcionamiento de los circuitos eléctricos antes de montarlos. Reciben el nombre de simuladores. Entre los más usados se encuentra el simulador **Yenka** (antiguo **Crocodile Technology**).

**Yenka Basic Circuits** ([www.yenka.com](http://www.yenka.com)) agrupa en una ventana los componentes que se utilizarán en el circuito. Aparecen dos posibilidades: Pictorial Components, con imágenes prácticamente reales en tres dimensiones, y Symbolic Components, que utiliza la simbología normalizada.

Para montar un circuito, basta con seleccionar los componentes y arrastrarlos sobre el área de trabajo. Después, es preciso unirlos mediante líneas que representen los cables.



Otro simulador es **TinkerCad** ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) que es una aplicación en línea y gratuita. Incorpora instrumentos de medida y todos los componentes que hemos estudiado en la unidad: pilas, interruptores, bombillas, LED, etc.







## Construcción de circuitos

La construcción de circuitos se basa en dos aspectos fundamentales: su diseño, que podemos efectuar esquemáticamente, como ya hemos visto, y la realización adecuada de las conexiones.

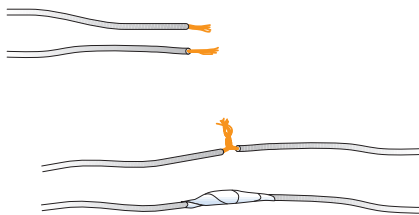
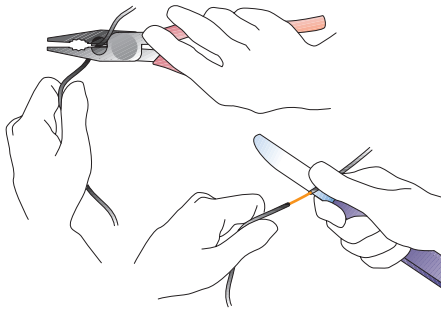
Para que un circuito funcione, es preciso asegurar, a través de materiales conductores, la existencia de un camino que garantice el paso de los electrones. Muchas veces, los circuitos no funcionan a causa de una mala conexión entre sus elementos.

### Conexión de dos cables

Dos cables pueden unirse en un circuito de dos modos: físicamente o utilizando clemas.

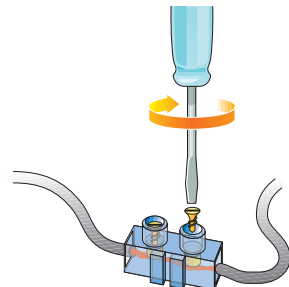
#### Unión física

1. Se pelan los extremos de ambos cables.
2. Se unen y se entrelazan los hilos.
3. Se doblan y se aíslan con cinta aislante.



#### Unión con clemas

Las **clemas** son sistemas de unión prefabricados que aseguran tanto la conexión como el aislamiento. Se trata de un envoltorio de plástico que contiene dos tubos de cobre y dos tornillos que aprisionan cada uno de ellos el extremo de un cable contra las paredes del tubo respectivo.



El procedimiento de unión es el siguiente:

1. Se desatornilla la croma.
2. Se introducen los cables.
3. Se vuelve a atornillar la croma.
4. Se comprueba que los cables han quedado fijados.

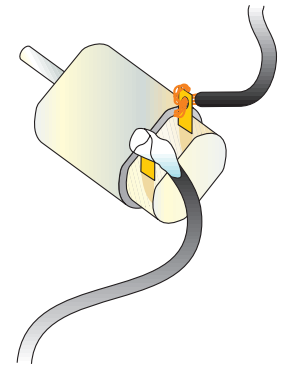
### Conexión de un motor

El problema que plantean los motores es, por un lado, que sus elementos de unión son frágiles y, por otro, que, por lo general, las conexiones deben ser desmontables para poder reutilizar el dispositivo.

#### Unión física

Es la indicada para los motores con orificios en los contactos:

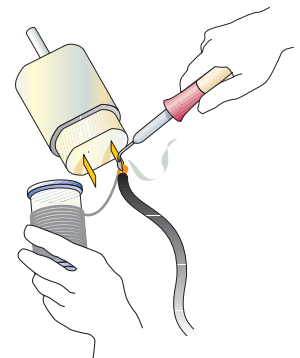
1. Se pela el extremo de un cable.
2. Se recortan varios filamentos, se retuercen y se unen a la escobilla del motor.
3. Se fijan los filamentos con cinta aislante.



#### Unión por soldadura

Si los contactos del motor consisten en dos chapitas, hay que soldar los cables siguiendo este procedimiento:

1. Se sueldan los filamentos a los contactos del motor.
2. Se deja un poco de cable para unirlo al resto del circuito.



El soldador eléctrico es un sencillo aparato que consta de una resistencia eléctrica en su interior que calienta una punta de cobre o de una aleación especial.

La soldadura se realiza con un hilo constituido por una aleación de estaño y plomo (60 % y 40 %, respectivamente).

Debes tener mucho cuidado al manipular el soldador, pues la punta metálica alcanza temperaturas muy elevadas. Sujétalo siempre por el mango de plástico. Cuando termines una soldadura, coloca el soldador en su soporte.

## Normas de seguridad al trabajar con corriente eléctrica

Hemos visto que la electricidad y, en especial, la corriente eléctrica son de gran utilidad para el ser humano. Pero, como ya sabrás, a partir de 24 V de tensión, la corriente eléctrica constituye también un peligro, y una descarga eléctrica de la red de nuestra vivienda (230 V) puede resultar mortal.

Otro dato que hay que tomar en consideración es que el agua es un conductor de la electricidad, lo que significa que a través de ella es posible recibir descargas eléctricas. Por esa razón, conviene adoptar una serie de precauciones básicas que eviten sufrir accidentes domésticos relacionados con la electricidad:

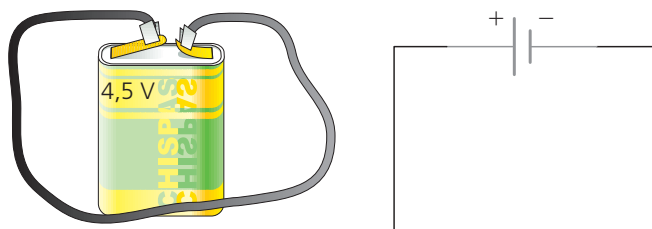
1. Sécate las manos antes de usar aparatos eléctricos.
2. No limpies un aparato eléctrico con un trapo húmedo.
3. No introduces objetos metálicos en los enchufes.
4. No tires de los cables para desenchufar un aparato.
5. Utiliza una extensión adecuada para conectar varios aparatos en el mismo enchufe.
6. Ten especial cuidado con la electricidad al salir de la ducha.
7. No dejes conectados aparatos que puedan sobrecalentarse.
8. No sobrecargues los ladrones (dispositivos con múltiples tomas de corriente) enchufando muchos aparatos. Usa distintas tomas de corriente.
9. Sigue las instrucciones técnicas de los fabricantes de los aparatos.
10. Desconecta el suministro de luz antes de efectuar cualquier reparación (cambiar una bombilla, desmontar un enchufe...) o ante cualquier indicio de anomalía en el sistema.
11. Cambia los cables antes de que estén en mal estado; nunca utilices un cable roto o pelado, pues podrías producir un cortocircuito o recibir una descarga.
12. Aísla bien las conexiones que realices.
13. Conecta a la toma de tierra todos los aparatos de la vivienda, así como sus partes metálicas (estructura, grifería, tubos de calefacción, etc.); de este modo, cualquier fuga será derivada al suelo.
14. Utiliza clemas en vez de cinta aislante para llevar a cabo uniones eléctricas.

## El cortocircuito

¿Qué pasaría si se conectase directamente el cable de un polo a otro de la pila?

En ese caso, la corriente eléctrica pasaría sin obstáculos de un polo a otro y la pila se agotaría rápidamente. Es lo que se denomina un cortocircuito.

La pila de la ilustración sufriría un cortocircuito, y su energía se gastaría muy rápido



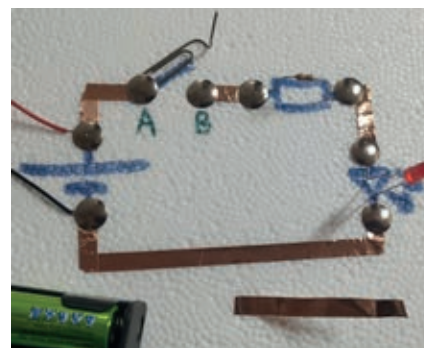
Si el cortocircuito ocurriera en la red de nuestra vivienda, los elementos de protección saltarían inmediatamente, interrumpiendo el suministro; si no existieran estos elementos, el resultado podría ser la destrucción de la instalación e, incluso, un incendio.

## Advertencia

La electricidad puede causar en nuestro organismo los siguientes daños: quemaduras, parálisis muscular, pérdida del conocimiento y, en los casos más graves, muerte por parada cardíaca.

## Practica

1. Puedes montar circuitos eléctricos de forma sencilla usando cinta de cobre adhesiva. Monta un circuito como el siguiente:





Después mide con un polímetro la intensidad que circula entre los puntos A y B, y la tensión en la resistencia y el LED. Realiza las mismas medidas con diodos LED de otros colores.

## Almacenamiento de energía eléctrica

Para conseguir que las emisiones netas de gases de efecto invernadero sean cero y alcanzar la **neutralidad climática**, es imprescindible el uso de fuentes de energía renovable. La producción de energía eléctrica depende de factores variables como el viento y la luz solar. El almacenamiento de esta energía permitirá que esté disponible siempre que se necesite.

A continuación, se presentan varias formas de almacenar energía eléctrica:

Baterías	Sistemas eléctricos: supercondensadores e imanes superconductores		
<p>Utilizan reacciones químicas para crear una corriente eléctrica. Constan de dos electrodos (ánodo y cátodo) y un electrolito que permite el flujo de iones entre los electrodos.</p>  <p>Son fácilmente escalables: se pueden unir en serie para aumentar el voltaje y en paralelo para incrementar la potencia suministrada.</p> <p>Existen múltiples tipos de baterías: de plomo-ácido usadas en vehículos de combustión, de iones de litio (Li-ion) para tabletas, portátiles y teléfonos móviles o de níquel-cadmio (Ni-Cd) y níquel-hidruro metálico (Ni-MH) para otros dispositivos electrónicos. Las más modernas, baterías de polímero de litio (LiPo), presentan una mayor densidad energética</p>	<p>Los supercondensadores de <b>grafeno</b> pueden ser cargados en segundos y proporcionan una elevada potencia. Pueden funcionar como baterías miniaturizadas y formar parte de la electrónica portátil o <i>wearable</i> y del Internet de las cosas.</p> <p>Los imanes realizados mediante bobinas <b>superconductoras</b> almacenan energía eléctrica en las mismas. No tienen pérdidas, pero precisan de temperaturas criogénicas para su funcionamiento.</p>		
Las centrales hidráulicas de bombeo	Sistemas mecánicos: aire comprimido y volantes de inercia.	Sistemas de almacenamiento térmico	
<p>Consiste en llenar depósitos situados a mayor altura que los embalses para obtener energía potencial. Esta energía se transformará en energía eléctrica cuando sea necesario.</p> <p>Es el sistema de almacenamiento energético más usado en Europa.</p>	<p>El aire comprimido a alta presión puede almacenarse en cubículos para, posteriormente, producir energía eléctrica.</p> <p>Los volantes de inercia están formados por discos metálicos capaces de almacenar energía cinética.</p>	<p>Se basan en almacenar la energía en forma de frío o de calor. Se utilizan materiales como el agua para aplicaciones de baja temperatura (agua caliente sanitaria) o sales fundidas en grandes centrales solares térmicas.</p>	
		<th data-bbox="1121 1517 1588 1583">Hidrógeno</th> <p data-bbox="1121 1583 1588 1817">El hidrógeno es la base de las pilas de combustible en las que se obtiene energía eléctrica combinándolo con oxígeno.</p> <p>La obtención de hidrógeno requiere de una energía externa que no siempre procede de fuentes renovables.</p>	Hidrógeno

## Actividades

- 1 Con ayuda de tu profesora o de tu profesor, monta un circuito que muestre la carga y descarga de un condensador. Necesitarás una pila, un conmutador, un condensador electrolítico, un LED y una resistencia. También puedes utilizar un simulador.



# Proyecto guía

## Luz a partir de energía solar

Existen comunidades a las que no llega la electricidad en las que el uso de energías renovables mejoraría su calidad de vida. Sin embargo, no basta con el carácter utilitario de las mismas.

El **objetivo** de este proyecto es proporcionar una fuente de iluminación sostenible a personas que no tengan acceso a la electricidad, mediante circuitos sencillos y con un diseño atractivo para el consumidor final.

### Diseño del circuito

- 1 Busca información sobre los componentes que vas a emplear y diseña el circuito de control.

Probablemente necesites una o dos placas fotovoltaicas, un diodo de protección, un conmutador, varios diodos LED de color blanco y alto brillo, baterías recargables y portapilas, y cable para unir los componentes. Ten en cuenta que las baterías de litio necesitan un proceso de carga especial. Utiliza las más corrientes de níquel-cadmio (NiCd) o níquel-hidruro metálico (NiMH).

### Prueba de prototipo

- 2 Antes de realizar el montaje definitivo realiza pruebas de funcionamiento del circuito.

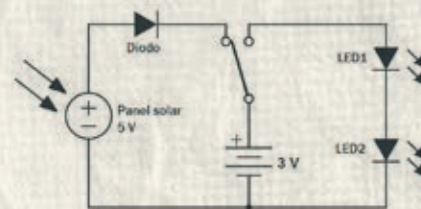
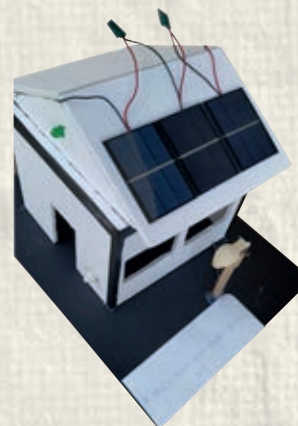
Deberás colocar una resistencia limitadora en serie con cada LED. Esta resistencia consume energía en forma de calor. Un valor muy alto hará que la corriente, y por tanto la luz, sea muy débil; por el contrario, con un valor muy bajo la corriente aumentará y se aprovechará al máximo la energía de la pila.

Eso sí, no debemos sobrepasar la corriente máxima que soporta cada LED ni la potencia que es capaz de disipar la resistencia.

Experimenta colocando en serie con el LED varios valores de resistencia. En cada caso, mide la intensidad de corriente que circula por el circuito y comprueba que la iluminación es adecuada. Nunca uses un valor inferior a:

$$R_{\min} = \frac{(V_{\text{batería}} - V_{\text{LED}})}{I_{\text{máxLED}}}$$

Verifica que la tensión o voltaje proporcionada por el panel (o paneles) solar es superior al voltaje de la batería. En caso contrario, no se produciría la carga de la misma. Ten en cuenta que en el diodo de protección perderás cerca de 1 V.




Posible circuito eléctrico de iluminación y carga de la batería.

### Diseño del prototipo

- 3 No olvidéis:
  - Si se trata de un objeto, como una lámpara, incluir algún elemento para poderlo transportar.
  - El diseño debe realizarse a partir de materiales reciclados y debe facilitarse su desmontaje. Además, tendrá elementos referidos a las costumbres o cultura de la comunidad a la que va dirigida.

### Construcción y elaboración

- 4 Construid la lámpara.
  -  Planificad el proceso de construcción.
  - Repartid tareas entre los miembros del grupo.
  - Estableced pruebas intermedias de funcionamiento.
- 5 Elabora la memoria del proyecto. Dicha memoria contendrá:
  - Los bocetos y croquis individuales, la solución del grupo, hojas de procesos, presupuesto, dibujos y despiece.
  - Los materiales utilizados, indicando si son reutilizados y reciclables.
  - Un esquema del circuito eléctrico.
  - Instrucciones de desmontaje para una posible reutilización de componentes.