

# 7

# Circuitos eléctricos. Magnitudes

Los circuitos eléctricos se pueden definir como un conjunto de operadores unidos de tal forma que permiten el paso o la circulación de la corriente eléctrica (electrones) con objeto de producir algún efecto útil (luz, calor, movimiento, etc.).



## Contenidos

1. Circuitos eléctricos
2. Magnetismo natural y electromagnetismo
  - 2.1 Magnetismo natural. Los imanes
  - 2.2 Magnetismo artificial. Electromagnetismo
3. Generación de la corriente eléctrica alterna y continua. El alternador y la dinamo
  - 3.1 El alternador
  - 3.2 La dinamo y el motor
4. Magnitudes y unidades eléctricas
  - 4.1 Carga eléctrica
  - 4.2 Intensidad
  - 4.3 Resistencia
  - 4.4 El voltaje
  - 4.5 Energía y potencia eléctrica
5. Relación entre magnitudes. Ley de Ohm
6. Esquemas eléctricos
  - 6.1 Símbolos
  - 6.2 Proceso para realizar un esquema eléctrico
7. Experimentación y montaje de circuitos básicos
  - 7.1 Circuitos en serie
  - 7.2 Circuitos en paralelo
  - 7.3 Circuitos mixtos
  - 7.4 Cortocircuito
8. Cálculo de magnitudes eléctricas
  - 8.1 Circuito en serie
  - 8.2 Circuito en paralelo
  - 8.3 Circuito mixto
9. Valoración del uso de la energía eléctrica sobre el medio ambiente



## Competencias

En esta unidad trabajaremos las siguientes competencias:

1. Competencia en comunicación lingüística
2. Competencia matemática.
4. Tratamiento de la información y competencia digital
7. Competencia para aprender a aprender.



## En esta unidad...

- ¿Sabías que el metal que mejor conduce electricidad es la plata?
- En el siglo XIX un científico descubrió que en todo circuito eléctrico la intensidad, la resistencia y la tensión se encontraban relacionadas según una ley. ¿Cómo se llamaba ese científico?
- ¿Podrías citar los elementos fundamentales que forman parte de un circuito eléctrico a través de un ejemplo?

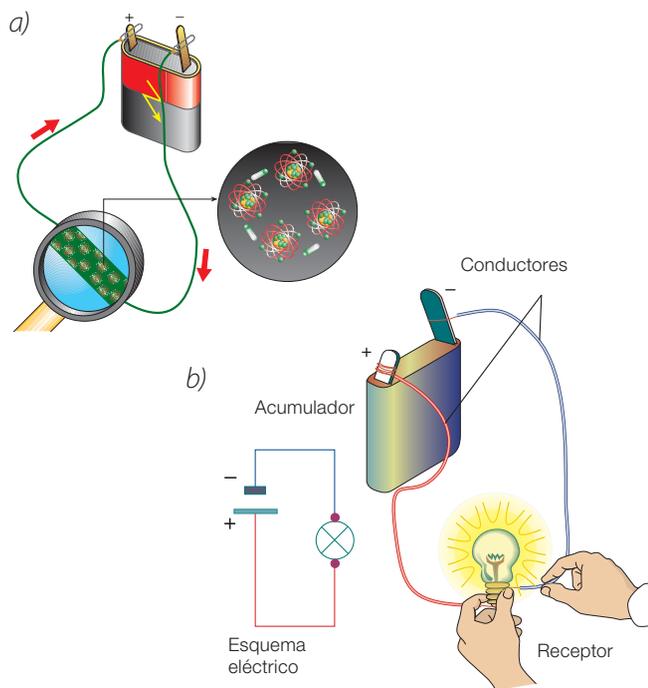


Figura 7.1.

a) En los circuitos de corriente continua, los electrones circulan del polo negativo al polo positivo (sentido real). b) Elementos fundamentales de un circuito eléctrico.

## 1. Circuitos eléctricos

Un **circuito eléctrico** es un conjunto de operadores unidos de tal forma que permitan el paso o la circulación de la corriente eléctrica (electrones) para conseguir algún efecto útil (luz, calor, movimiento, etcétera).

Todo circuito eléctrico debe disponer como mínimo de **generadores, conductores** y **receptores** (elementos imprescindibles). Sin embargo, no es frecuente que estos elementos se conecten de forma aislada en un circuito, ya que esta disposición presenta varios inconvenientes. Por un lado, el receptor (bombilla) se encontrará funcionando continuamente hasta que la pila se gaste o alguien modifique la instalación. Por otro lado, tanto el circuito anterior como los usuarios que lo utilicen no se encuentran protegidos.

Para evitar los problemas anteriores, los circuitos suelen completarse con los elementos de **maniobra** y **protección**, si bien de momento, como trabajaremos siempre con pilas de 4,5 V, prescindiremos en algunos casos de estos últimos al montar nuestros circuitos.

En la siguiente tabla se muestran los elementos de un circuito eléctrico.

	Grupos de elementos	Finalidad	Operadores y materiales asociados
<b>Elementos imprescindibles o fundamentales</b>	Generadores o acumuladores	Suministrar la energía eléctrica acumulada (pila) o generada (dinamo) al circuito.	
	Conductores	Materiales que sirven de unión entre los distintos operadores eléctricos y permiten la circulación de la corriente eléctrica.	Conductores (cobre, aluminio...) 
	Aislantes	Materiales que impiden el paso o la derivación de la corriente eléctrica que atraviesa el circuito.	Aislantes (vidrio, cerámica...) 
	Receptores	Son todos los operadores que transforman la energía eléctrica en otros tipos de energía útil: energía mecánica (motor), luminosa (lámpara), acústica (timbre), etc.	
<b>Elementos complementarios</b>	Elementos de maniobra	Son operadores que, sin necesidad de modificar las conexiones del circuito, permiten gobernar a voluntad la instalación.	
	Elementos de protección	Son elementos que, intercalados en el circuito, tienen por misión proteger las instalaciones (fusibles), a los usuarios, o a ambos a la vez (diferenciales).	Fusible Símbolo Interrupción automática o magnetotérmico 

## Experiencias

# 2. Magnetismo natural y electromagnetismo

Para comprender los **fenómenos electromagnéticos** que rigen el funcionamiento de algunos de los operadores eléctricos más utilizados, como el motor, el timbre, los electroimanes, etc., así como los sistemas con los que es posible obtener energía eléctrica, es interesante que, previamente, te familiarices con los principios en los que se basa el magnetismo natural mediante la realización de sencillas experiencias.

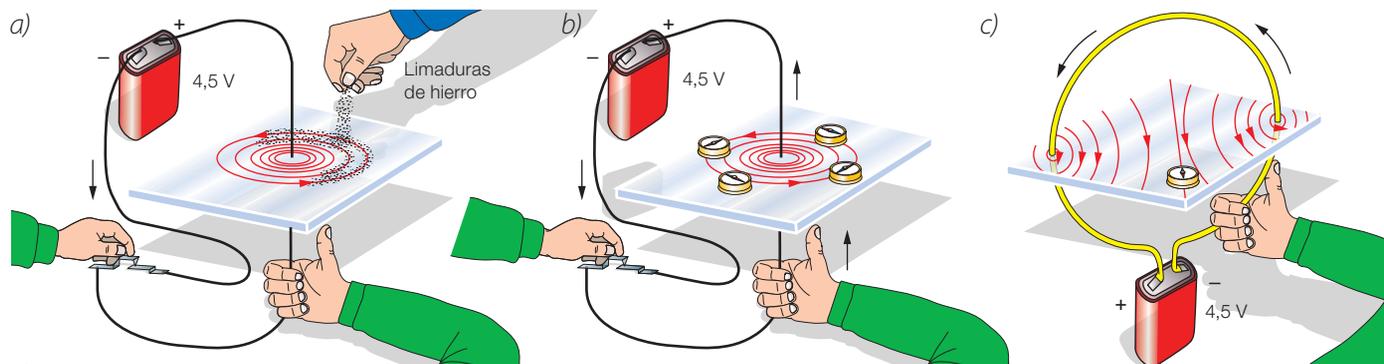
## 2.1 Magnetismo natural. Los imanes

El ser humano, antes de descubrir la corriente eléctrica como tal y los efectos magnéticos que esta produce, ya se dio cuenta de que existían sustancias naturales que, como la magnetita, eran capaces de atraer el hierro, materiales que conocemos popularmente con el nombre de **imanes** y cuyas propiedades magnéticas (nombre que deriva de la magnetita) analizaremos brevemente.

1. Un imán es capaz de atraer un objeto de hierro situado a una distancia conveniente, siempre que el objeto posea un tamaño proporcional a la fuerza del imán.
2. En una primera aproximación que nos ayude a comprender cómo funcionan los imanes, podemos suponer que su interior está formado por partículas (moléculas) que se encuentran ordenadas según una determinada dirección; de esta forma, se generan los polos del imán.

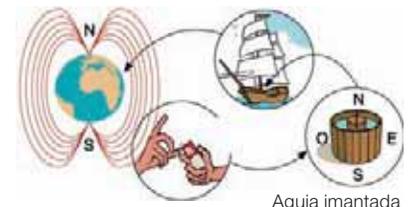
Este hecho hace que al enfrenar dos imanes se repelen o atraigan en función de la polaridad que tengan los extremos enfrentados. A igual polaridad **se repelen**, y a distinta polaridad **se atraen**.

El ser humano pronto se dio cuenta de que la Tierra se comportaba como un gigantesco imán, y estableció conclusiones sobre las causas por las que los materiales magnéticos siempre se orientan en una dirección. Acababa de descubrir la brújula. En la Figura 7.2 se ha representado el procedimiento que debes seguir para fabricar una brújula, método que ya conocían los navegantes hace siglos.



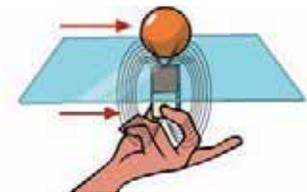
**Figura 7.3.**

a) y b) Experiencias que muestran cómo la corriente eléctrica que atraviesa un conductor genera campos electromagnéticos concéntricos que se evidencia en las limaduras de hierro y en la brújula capaces de desviar la orientación de las agujas de las brújulas. c) En el interior de un conductor con forma de espiral las líneas de fuerza se ven reforzadas.

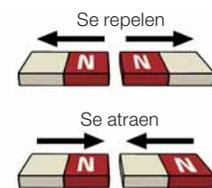


Aguja imantada

Los chinos inventaron la brújula hace 2.500 años al concebir la Tierra como un imán de enormes dimensiones



Las líneas de fuerza de un imán son capaces de atravesar distintos materiales



Fuerzas de atracción y repulsión entre imanes

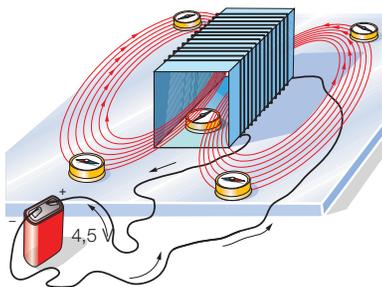


Aguja imantada

Brújula de aguja imantada

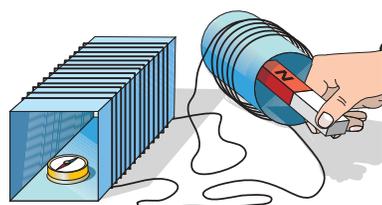
**Figura 7.2.**

Algunas características de los imanes.



**Figura 7.4.**

El campo magnético en el interior de una bobina siempre se ve reforzado.



**Figura 7.5.**

Construye dos bobinas, conéctalas entre sí, introduce una brújula en una de ellas y desplaza un imán en la otra. La aguja de la brújula se mueve, ya que por el conductor se induce (circula) corriente eléctrica.

## 2.2 Magnetismo artificial. Electromagnetismo

La corriente eléctrica también es capaz de crear un campo magnético a su alrededor. Para comprobarlo podemos realizar dos experiencias.

Si arrollamos cientos de espiras, construiremos una bobina cuyo campo magnético interior se verá reforzado. Para comprobarlo podemos construir una bobina sencilla, empleando para ello un prisma de cartulina sobre el que arrollaremos varios metros de cable.

Si introducimos una brújula y conectamos el diseño a una pila, observaremos que la brújula se desvía (Figura 7.4). Acabas de construir un galvanómetro, instrumento que permite detectar la corriente eléctrica que circula por un conductor.

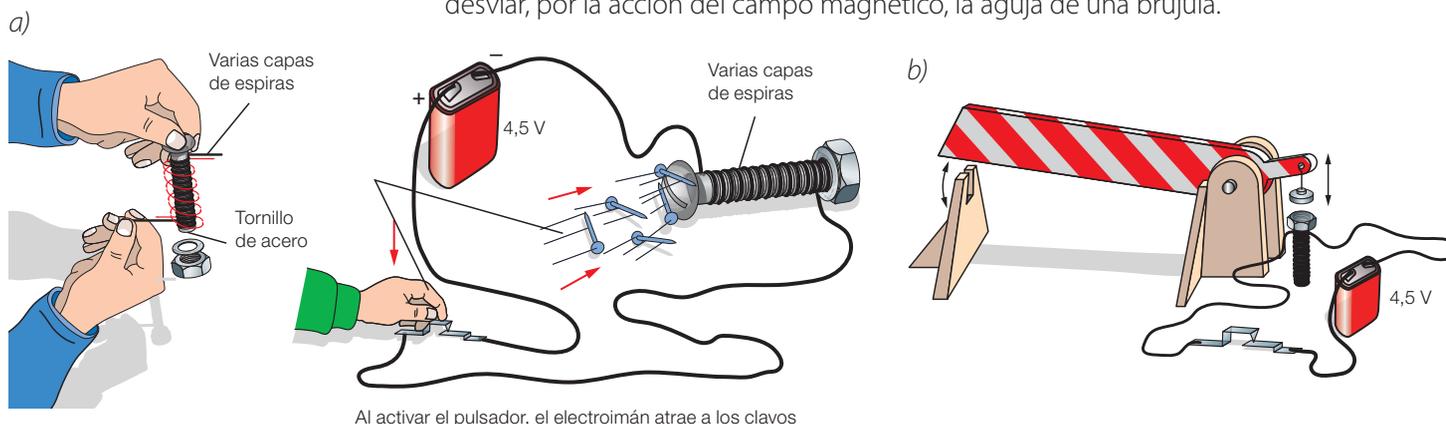
Con esta bobina podemos hacer dos nuevas experiencias. Por un lado, demostraremos que con un imán se puede generar corriente eléctrica, y por otro, construiremos un electroimán.

### 2.2.1 El imán que genera corriente

Michael Faraday descubrió, en 1831, que al situar un imán en el interior de una bobina y producir un movimiento relativo de uno respecto a otro se generaba un flujo eléctrico. Fenómeno que denominó inducción magnética, en el que se basa, por ejemplo, el funcionamiento de la dinamo de una bicicleta y que tú mismo podrás comprobar si realizas la experiencia descrita en la Figura 7.5.

### 2.2.2 La corriente que genera un campo magnético. El electroimán

Si enrollamos un cable alrededor de un hierro (tornillo, varilla o similar) habremos construido una bobina mucho más potente que la anterior, ya que el hierro facilita la circulación del campo magnético por el interior de la bobina. Este diseño se denomina electroimán, y de él se derivan múltiples aplicaciones, que pueden ir desde un timbre hasta una grúa industrial. En la Figura 7.6 se muestra el proceso que has de seguir para la construcción de un electroimán capaz de atraer pequeñas puntas u objetos de hierro o desviar, por la acción del campo magnético, la aguja de una brújula.



**Figura 7.6.**

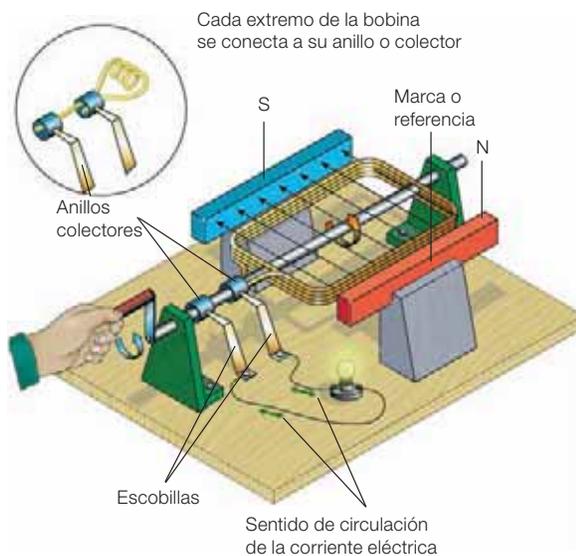
a) Construcción de un electroimán empleando un tornillo de acero y 2 m de cable. b) Electroimán aplicado a una barrera.

### 3. Generación de la corriente eléctrica alterna y continua. El alternador y la dinamo

Los **alternadores** y las **dinamos** son máquinas eléctricas que tienen por misión transformar la energía mecánica de rotación, que reciben a través de su eje, en energía eléctrica alterna y continua, respectivamente.

#### 3.1 El alternador

Ya hemos comprobado cómo cuando un conductor se desplaza a través de un campo magnético se genera en este una corriente eléctrica inducida que, en función del sentido del movimiento respecto al campo magnético, circulará en uno u otro sentido. Pues bien, si el conductor que utilizamos para poderlo mover con mayor facilidad dentro del campo adopta una forma de espira, se inducirá en este una tensión que irá oscilando (alternando) entre unos valores máximos y mínimos que incluso irán cambiando de signo; de ahí que a este tipo de corrientes eléctricas se las denomine *alternas*, y a los aparatos que las generan, *alternadores*.



Nota: Si en lugar de una bobina se disponen tres bobinas decaladas  $120^\circ$ , se genera una corriente alterna denominada trifásica

Posición	Tensión generada	Signo
A	Máxima	+
B	Mínima	0
C	Máxima	-
D	Mínima	0
E	Máxima	+

**Figura 7.8.**

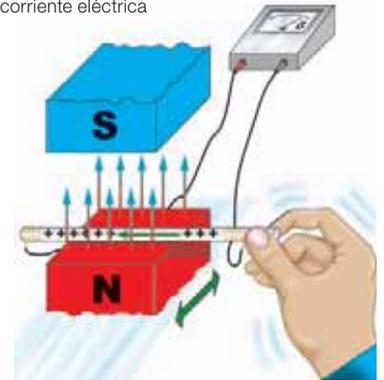
Alternador de laboratorio. Observa cómo estos disponen de dos anillos colectores que rozan en unas escobillas sobre las que se conecta el circuito exterior.

El **alternador** es el operador encargado de generar corriente alterna. Consta de dos partes: el **rotor** y el **estator**.

El **rotor** es un elemento cilíndrico provisto de electroimanes situado en el interior del estator capaz de girar alrededor de su eje cuando este es impulsado por la acción del vapor a presión, agua, etc., que actúa sobre las turbinas.

El **estator** es una carcasa metálica fija en cuyo interior se aloja el rotor sobre el que se arrolla un hilo conductor.

El movimiento de la aguja del galvanómetro indica que se está generando corriente eléctrica



**Figura 7.7.**

Generación de corriente eléctrica inducida por el desplazamiento de un conductor en el interior de un campo magnético.

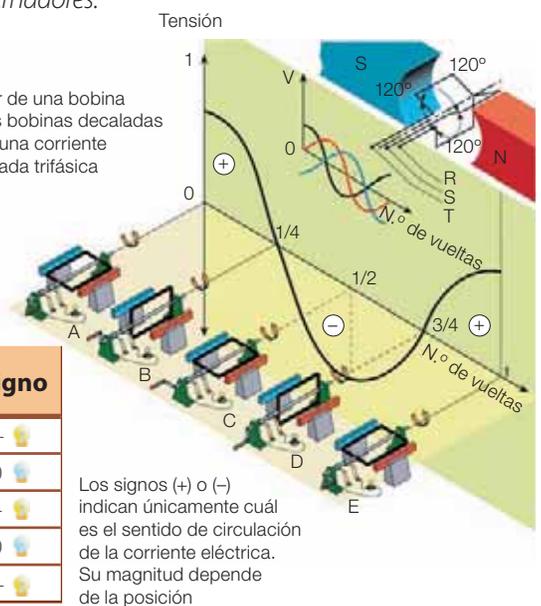




Figura 7.9.

Dinamo.

## 3.2 La dinamo y el motor

Ya hemos visto anteriormente cómo empleando un imán y una espira con unos anillos colectores era posible generar corriente eléctrica alterna. Analicemos ahora una variante del método anterior y comprenderemos cómo se genera la corriente continua.

Si sustituimos los dos anillos colectores independientes del diseño anterior por un solo anillo dividido en dos partes aisladas entre sí, habremos construido una dinamo. Operador que, como puedes observar, se caracteriza por el hecho de que la corriente eléctrica circula en un solo sentido.

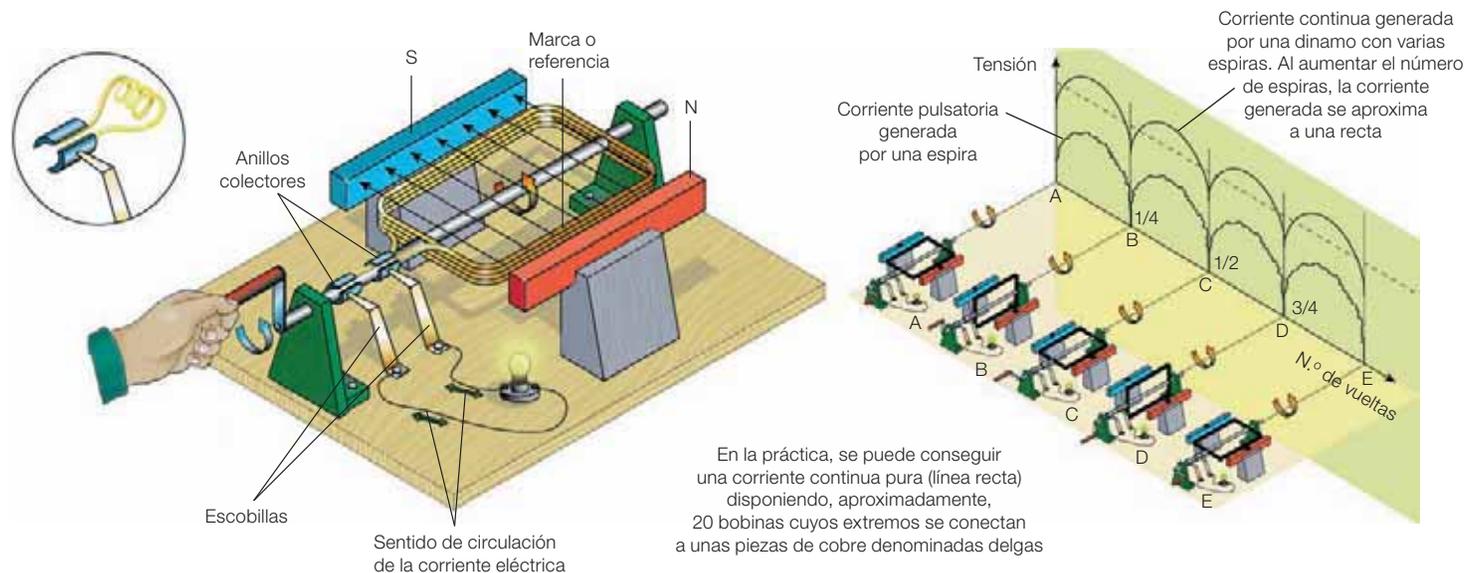


Figura 7.10.

Construcción de una dinamo. La corriente eléctrica obtenida se denomina continua.



Figura 7.11.

Dinamo escolar.

La **dinamo** es una máquina reversible, esto quiere decir que puede trabajar como generador o como motor.

En el primer caso, cuando actúa como generador, transforma la energía mecánica en eléctrica (a), mientras que en el segundo caso, cuando actúa como motor, transforma la energía eléctrica en mecánica de rotación (b), máquina que normalmente denominamos *motor eléctrico*.

Para invertir el sentido de giro de un motor deberás invertir la posición de sus contactos

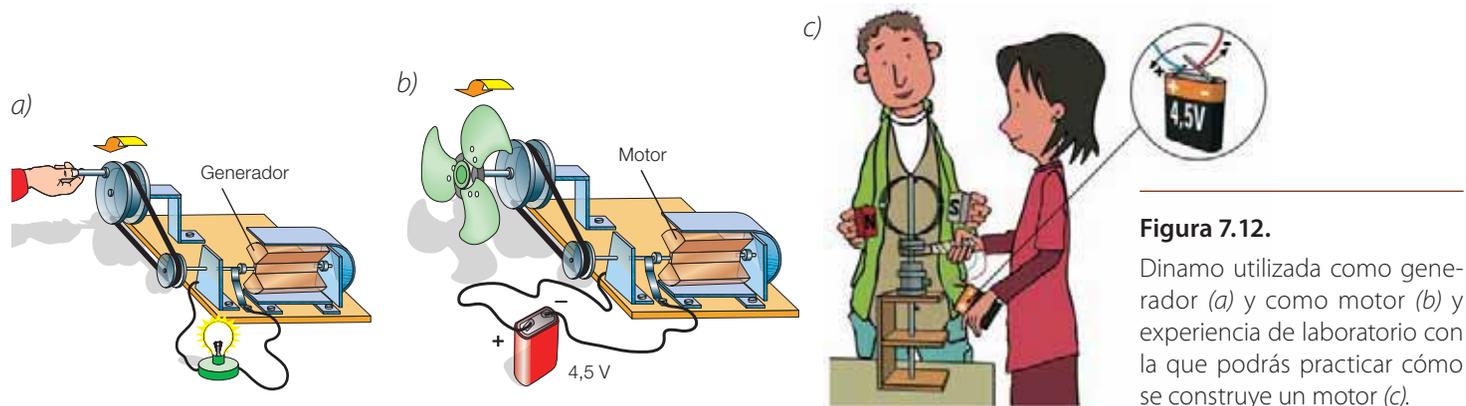
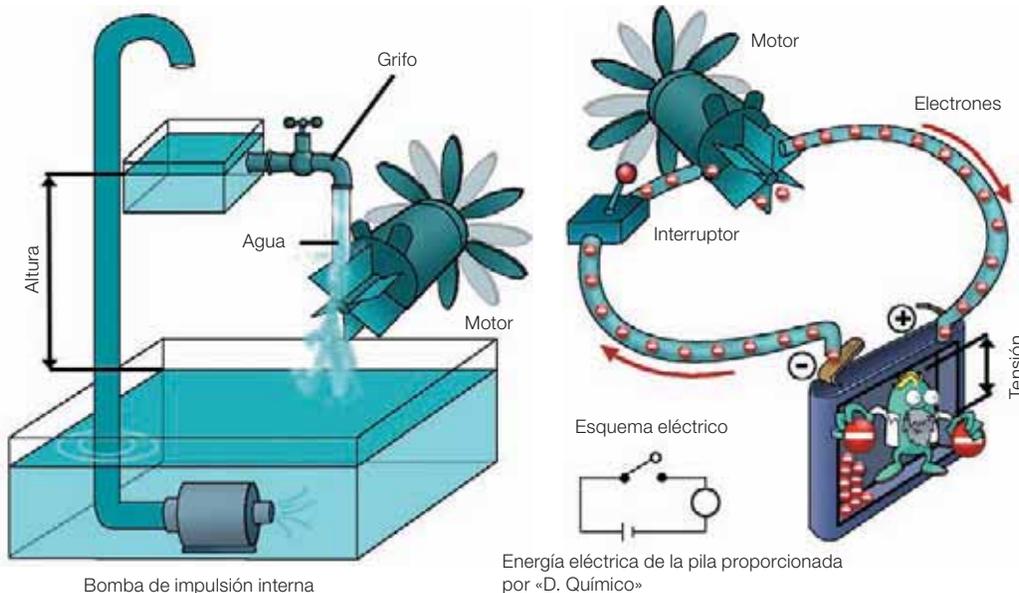


Figura 7.12.

Dinamo utilizada como generador (a) y como motor (b) y experiencia de laboratorio con la que podrás practicar cómo se construye un motor (c).

## 4. Magnitudes y unidades eléctricas

Para analizar los circuitos y las magnitudes eléctricas, y hacer más fácil su comprensión, puedes comparar cada una de ellas con algún fenómeno hidráulico de características similares.



### Recuerda

Cada electrón tiene una fuerza eléctrica de  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Un culombio contiene  $6,24 \cdot 10^{18}$  electrones.

Figura 7.13.

Análisis de un circuito eléctrico y comparación con un circuito hidráulico.

### 4.1 Carga eléctrica

La **carga eléctrica,  $q$** , expresa la cantidad de electricidad que tiene un cuerpo, es decir, el exceso o defecto de electrones. Su unidad es el culombio (C).

Dicho de otra forma, imaginemos que cada electrón es un pequeño personaje. Como el número de electrones que circula por un conductor suele ser altísimo y cada uno tiene una fuerza eléctrica muy pequeña, estos se agrupan en «equipos de trabajo», denominados **culombios**.

### 4.2 Intensidad

**Intensidad de corriente eléctrica,  $I$** , es la cantidad de carga eléctrica (o de electrones) que atraviesa la sección de un conductor por unidad de tiempo.

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

donde  $I$  es la intensidad de corriente y se mide en amperios (A),  $q$  es la carga que atraviesa el conductor y su unidad es el culombio (C), y  $t$  es el tiempo y se mide en segundos (s).

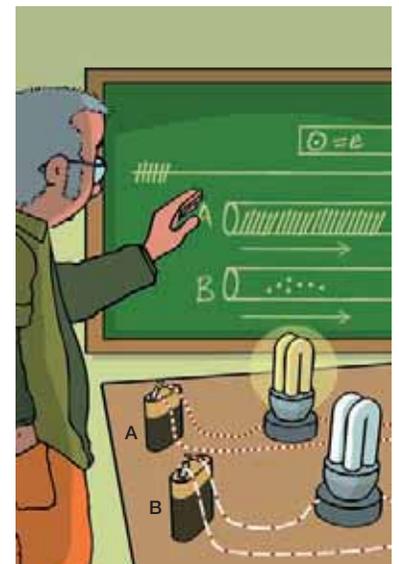


Figura 7.14.

Intensidad de corriente. Observa que la intensidad de corriente eléctrica que circula por el conductor **A** es mayor que la que circula por el conductor **B**.

**Recuerda**

A más sección, menor resistencia. A más longitud, mayor resistencia.

Conductores			
Metal	$\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )		
Plata	$0,01 \cdot 10^{-6}$	↑ Mejor conductor	
Cobre	$0,017 \cdot 10^{-6}$		
Aluminio	$0,028 \cdot 10^{-6}$		
Cinc	$0,056 \cdot 10^{-6}$		
Hierro puro	$0,105 \cdot 10^{-6}$		
Hierro en hilos	$0,132 \cdot 10^{-6}$		
Platino	$0,106 \cdot 10^{-6}$		
Oro	$0,024 \cdot 10^{-6}$		
Níquel	$0,1 \cdot 10^{-6}$		
Estaño	$0,139 \cdot 10^{-6}$		
Mercurio	$0,942 \cdot 10^{-6}$		
Aislantes			
• Vidrio	• Madera		
• Porcelana	• Papel		
• Barniz	• Silicona		

## 4.3 Resistencia

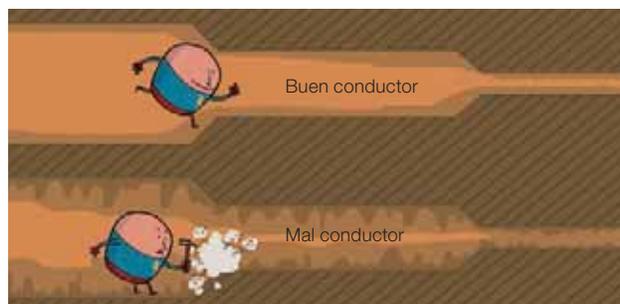
La **resistencia**,  $R$ , es la mayor o menor dificultad que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica.

La resistencia de un conductor depende de las características del material, es decir, de su **resistividad**, así como de la longitud y la sección del conductor. Todos estos parámetros se relacionan mediante la expresión:

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

donde  $R$  es la resistencia y su unidad es el ohmio ( $\Omega$ ),  $\rho$  es la resistividad del material y se mide en  $\Omega \cdot m$ ,  $l$  la longitud del hilo conductor (m) y  $S$  la sección del hilo conductor ( $m^2$ ).

Si pudiéramos comparar cómo circula la corriente eléctrica por el interior de distintos conductores, igual que vemos correr el agua por dos mangueras transparentes de distinta rugosidad interior, comprobaríamos que cada material ofrece una oposición distinta al paso del fluido en función de sus características internas. A esto es a lo que llamamos **resistividad** ( $\rho$ ) de un conductor. Del mismo modo, observaríamos que el fluido circula mejor por tuberías (conductores) de menor longitud y de mayor sección.



**Figura 7.15.**

La resistencia de un conductor es mayor a medida que aumenta su resistividad y longitud y disminuye su sección.

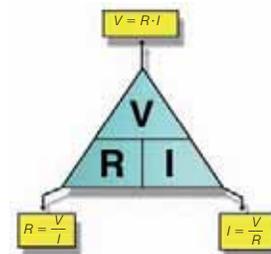
## 4.4 El voltaje

El **voltaje**,  $V$ , es el valor de la fuerza electromotriz o diferencia de potencial expresado en voltios. El voltaje o tensión se mide siempre entre dos puntos de un circuito.

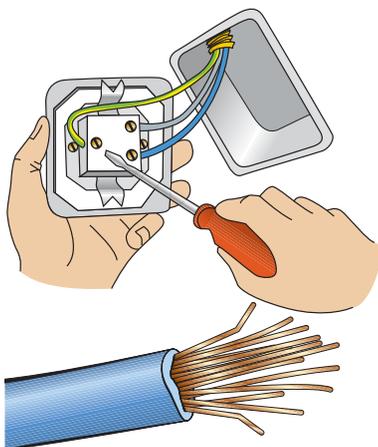
El **voltio** se define como la diferencia de potencial capaz de provocar una corriente de intensidad 1 A en un conductor cuya resistencia es de 1  $\Omega$ .

Georg Simon Ohm descubrió, a principios del siglo XIX, que en los circuitos la intensidad, la resistencia y la tensión se relacionan según la ley que lleva su nombre, la **ley de Ohm**, cuya expresión es:

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



donde  $I$  es la intensidad de la corriente y se mide en amperios (A),  $V$  es el potencial y su unidad es el voltio (V), y  $R$  es la resistencia del conductor y se mide en ohmios ( $\Omega$ ).



**Figura 7.16.**

Detalle de materiales eléctricos, conductores y aislantes.

## 4.5 Energía y potencia eléctrica

La **energía,  $E$** , o **trabajo eléctrico,  $W$** , es el producto de la *fem* necesaria para transportar las cargas eléctricas por el valor de estas cargas. Su unidad es el julio (watio · segundo).

$$E = W = fem \cdot carga = Vq = V \cdot I \cdot t \quad (1)$$

donde  **$E$**  o  **$W$**  es la energía eléctrica y su unidad es el julio (J) y ***fem*** es la fuerza electromotriz y se mide en voltios (V).

La **potencia eléctrica,  $P$** , es la cantidad de energía eléctrica ( $W$ ) generada o transformada por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = V \cdot I \quad P = V \cdot I \quad (2)$$

donde  **$P$**  es la potencia eléctrica y su unidad es el watio (W).

Sustituyendo, según la ley de Ohm, tendremos:

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ I = \frac{V}{R} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} P = V \cdot I = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \text{ o bien } \\ P = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R \end{array} \right.$$

De las expresiones (1) y (2) se obtiene que  $W = P \cdot t$

Esta expresión matemática permite calcular la energía consumida por un receptor, de donde se deduce que dicha energía depende de la potencia y del tiempo que el receptor se encuentre funcionando.

En algunas ocasiones, la energía viene expresada en kilovatios hora (kW·h); en este caso, la potencia se medirá en kilovatios (kW), y el tiempo en horas.



### Recuerda

Los contadores de energía permiten registrar la energía eléctrica (en kW·h) que ha consumido un circuito durante un tiempo determinado. Consiste en un pequeño motor eléctrico que hace girar un disco de aluminio. A mayor consumo, la velocidad aumenta. Unos engranajes cuentan el número de revoluciones, lo que permite calcular la energía que ha atravesado el motor y, con ella, el consumo total.

En la actualidad, este tipo de contadores está sustituyéndose por otros electrónicos. Estos presentan otras ventajas, su exactitud y la transmisión en continuo de los datos de consumo, que pueden ser consultados a través de Internet por la compañía eléctrica y por los usuarios.

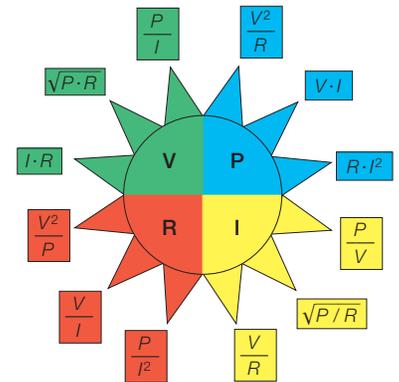


**Figura 7.18.**  
Contador eléctrico.



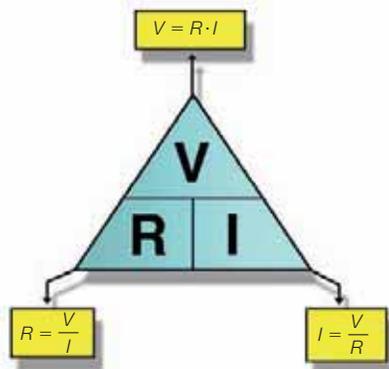
### Actividades

1. Construye un circuito sencillo formado por una pila de petaca, una bombilla y dos cables. Intercala trozos de distintos materiales (acero, cobre, madera, zinc, aluminio, cristal, cuerda, carbón, plástico, papel) y comprueba cuáles son conductores y cuáles aislantes. 
2. Halla el consumo de energía en euros, en el transcurso de un mes, de una lavadora (1.200 W) y un frigorífico (200 W) si la lavadora se conecta dos horas cada tres días y el frigorífico está siempre encendido, si el coste del kWh es de 0,14 euros. 



**Figura 7.17.**

Estrella nemotécnica que relaciona la potencia eléctrica con la ley de Ohm. Cuando conozcas dos magnitudes eléctricas y desees conocer una tercera relacionada con estas, procede de la siguiente forma: selecciona en el círculo la magnitud desconocida y busca en los vértices las otras dos. Así obtendrás la expresión que te permitirá relacionarlas.



**Figura 7.19.**  
Ley de Ohm.

## 5. Relación entre magnitudes. Ley de Ohm

Ya hemos comentado anteriormente que, a principios del siglo XIX, Georg Simon Ohm descubrió que en los circuitos eléctricos la intensidad, la resistencia y la tensión se relacionaban según una ley, por eso a esa ley se la llama **ley de Ohm**.

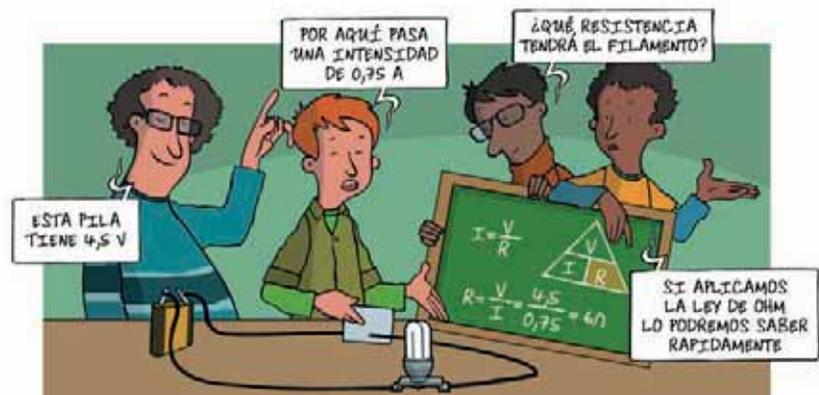
$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Tensión (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$$

V = se mide en voltios

R = se mide en ohmios

I = se mide en amperios

En la Figura 7.19 puedes comprobar que, en función del vértice por el que entres, sabrás la fórmula que has de aplicar según la ley de Ohm, la cual te permitirá calcular una magnitud desconocida partiendo de las otras dos conocidas. En las Figuras 7.20 y 7.21 puedes observar cómo, en cada caso, los personajes aplican la ley de Ohm seleccionando la fórmula apropiada.



**Figura 7.20.**  
Cálculo de la resistencia de un receptor aplicando la ley de Ohm.



**Figura 7.21.**  
Cálculo de la intensidad de corriente eléctrica que circula por un receptor.



### Actividad



3. Utilizando la ley de Ohm, rellena la siguiente tabla:

	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10
<b>Resistencia</b>	50 Ω	100 Ω			20 Ω	220 Ω		120 Ω		50 Ω
<b>Tensión</b>	100 V	50 V	9 V	4,5 V			75,14 V	12 V	40 V	
<b>Intensidad</b>			1 A	0,5 A	3 A	0,1 A	0,34 A		2 A	0,001 A

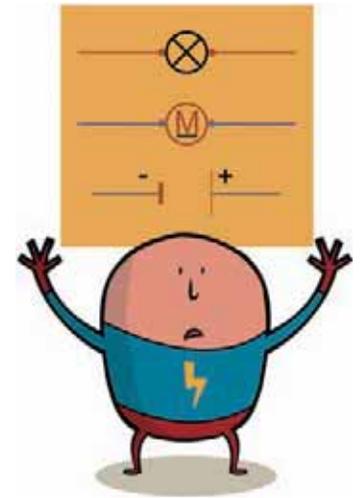
## 6. Esquemas eléctricos

Los circuitos eléctricos se representan de forma abreviada a través de **esquemas**; para ello se han de conocer sus **símbolos** normalizados y se ha de seguir un proceso.

### 6.1 Símbolos

A la hora de representar un circuito eléctrico con sus operadores y elementos que intervienen en ellos, se suelen utilizar los símbolos normalizados que los representan.

En la siguiente tabla se han representado los operadores eléctricos de uso más habitual en secundaria, así como la función que desarrollan y los símbolos normalizados que permiten realizar su representación simplificada.



Dibujo real	Operador	Símbolo	Descripción
	1 Pila		Elementos que tienen por finalidad mantener la corriente eléctrica constante y permitir el funcionamiento de los receptores del circuito.
	2 Baterías de pilas		
	3 Cruce de cables con conexión		Punto de conexión de dos o más conductores.
	4 Cruce de cables sin conexión		Conductores que se cruzan sin conectarse.
	5 Regleta de conexión		Regleta que permite la conexión atornillada de dos o más conductores.
	6 Lámpara o bombilla		Operadores que transforman la energía eléctrica en otros tipos de energía: luminosa (lámparas), mecánica de rotación (motor), acústica (zumbador) y térmica (resistencia).
	7 Diodos led		
	8 Motor eléctrico y reductora		
	9 Timbre o zumbador		Operador que dispone de dos posiciones de funcionamiento, una estable o de reposo y otra inestable que se mantiene mientras dura el efecto de activación. Ejemplo: el pulsador abierto utilizado para un timbre.
	10 Resistencia		
	11 Pulsador abierto		Operador que dispone de dos posiciones estables de funcionamiento, una activa o de funcionamiento y otra de desconexión. Ejemplo: el interruptor utilizado en una llave de luz.
	12 Pulsador cerrado		
	13 Interruptor abierto		Elemento que dispone de dos posiciones estables de funcionamiento capaces de gobernar alternativamente dos circuitos (A y B).
	14 Interruptor cerrado		
	15 Conmutador		Operador que protege a la instalación de sobrecargas eléctricas o cortocircuitos.
	16 Fusible		

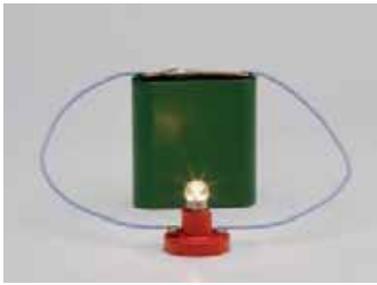


Figura 7.22.  
Circuito sencillo.

## 6.2 Proceso para realizar un esquema eléctrico

Los **operadores eléctricos** no se utilizan aislados, sino que suelen integrarse y formar parte de un circuito más o menos complejo, cuya representación se realiza de forma abreviada a través de esquemas.

Para diseñar estos esquemas se utilizan símbolos normalizados. Se facilita así no solamente su interpretación posterior, sino también su representación, la cual se puede realizar de manera más ágil, clara y sencilla.

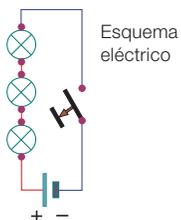
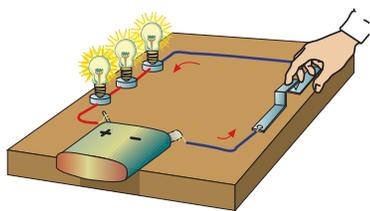
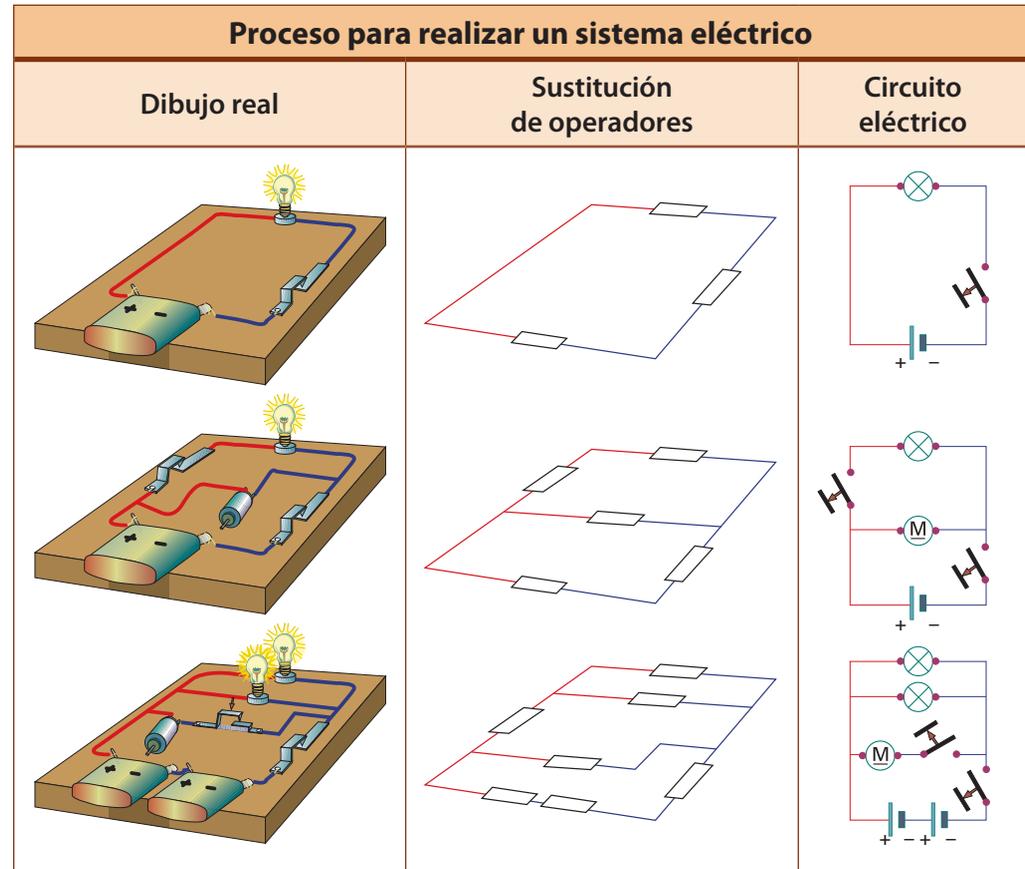


Figura 7.23.  
Circuito de tres lámparas conectadas en serie.

## 7. Experimentación y montaje de circuitos básicos

En los dibujos y esquemas siguientes se han representado distintos circuitos eléctricos para que, una vez los hayas analizado, realices los montajes y experiencias que, en cada caso, se proponen.

### 7.1 Circuitos en serie

Los **circuitos en serie** son aquellos que disponen de dos o más operadores conectados seguidos, es decir, en el mismo cable o conductor. Dicho de otra forma, en este tipo de circuitos, para pasar de un punto a otro (del polo – al polo +), la corriente eléctrica se ve en la necesidad de atravesar todos los operadores.

## 7.2 Circuitos en paralelo

Un **circuito en paralelo** es aquel que dispone de dos o más operadores conectados en distintos cables. Dicho de otra forma, en ellos, para pasar de un punto a otro del circuito (del polo  $-$  al  $+$ ), la corriente eléctrica dispone de varios caminos alternativos, por lo que esta solo atravesará aquellos operadores que se encuentren en su recorrido.



### Práctica 1

Construye un circuito similar al representado (Fig. 7.24) y observa los siguientes efectos:

- Los operadores —en nuestro caso, lámparas— reciben la misma tensión de corriente, hecho que se evidencia, pues emiten la misma luminosidad.
- La desconexión o avería de un operador no influye en el funcionamiento del resto.

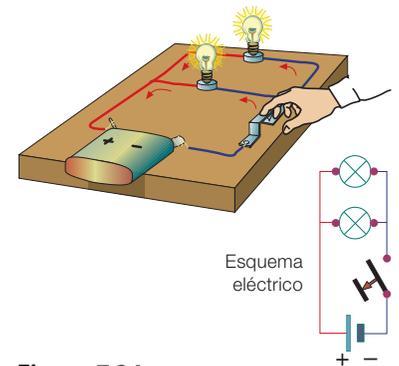


Figura 7.24.

Circuito con dos lámparas conectadas en paralelo.

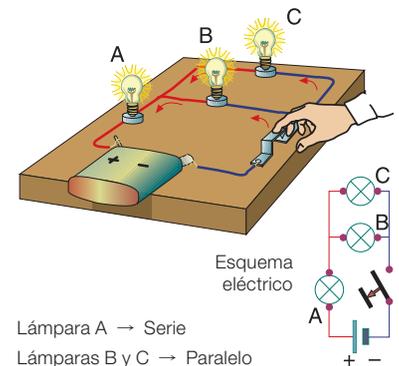
## 7.3 Circuitos mixtos

Los **circuitos mixtos** son aquellos que disponen de tres o más operadores y en cuya asociación concurren a la vez los dos sistemas anteriores, **en serie y en paralelo**.



### Práctica 2

Realiza el montaje propuesto (Fig. 7.25) y podrás comprobar cómo en este tipo de circuitos se combinan a la vez los efectos de los circuitos en serie y en paralelo. Así, por ejemplo, puedes prever lo que ocurre si actúas sobre cada una de las lámparas, la tensión que reciben, etc. Posteriormente, experimenta sobre el circuito si tus hipótesis son correctas.



Lámpara A → Serie  
Lámparas B y C → Paralelo

Figura 7.25.

Circuito mixto (serie y paralelo).

## 7.4 Cortocircuito

El **cortocircuito** es un caso excepcional del circuito en paralelo en el que al menos uno de los caminos o recorridos posibles de la corriente eléctrica no tiene ningún receptor.



### Práctica 3

Solicita un fusible y un portafusible a tu profesor y realiza el montaje propuesto en la Figura 7.26; trata de explicar lo que ocurre en las siguientes ocasiones:

- Cambias de posición el interruptor I.
- Cambias de posición el interruptor I y, posteriormente, actúas sobre el pulsador P.

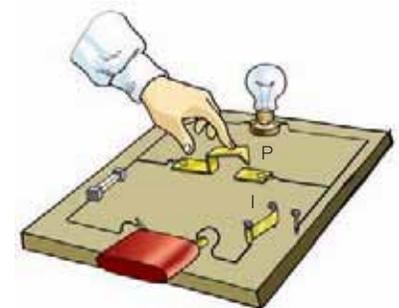


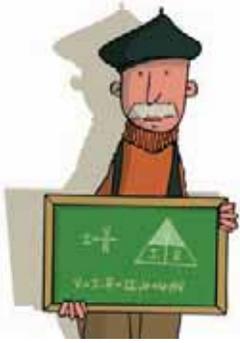
Figura 7.26.

Pila y circuito simple en cortocircuito. Esta situación no debe darse nunca en tus proyectos.



### Actividad

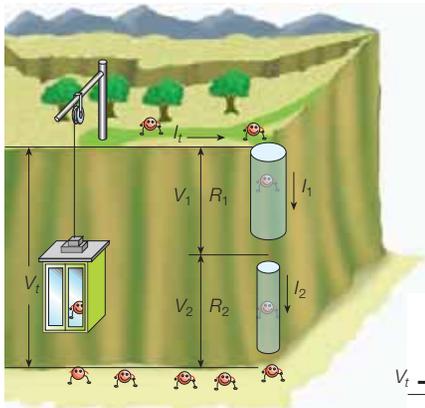
4. Busca el esquema de un circuito que sirva para invertir el sentido de giro de un motor y después móntalo tal y como se indica en el esquema.



## 8. Cálculo de magnitudes eléctricas

Según la forma de conectar los receptores, podemos tener los circuitos en **serie**, en **paralelo** y **mixtos**. Vamos a suponer que la intensidad que circula por el circuito (los amperios) está formada por un personaje, la tensión por un desnivel en el terreno y la resistencia por un camino de mayor o menor anchura (resistencia).

### 8.1 Circuito en serie



Aplicando la ley de Ohm:

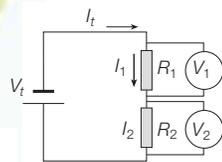
$$IR_t = IR_1 + IR_2 \rightarrow IR_t = I(R_1 + R_2) \rightarrow$$

$$R_t = R_1 + R_2$$

En circuitos en serie

Observamos que:  $I_t = I_1 = I_2$

Como  $V_t = V_1 + V_2$



Imagina que dispones de un circuito constituido por dos resistencias conectadas en serie de 15 y 30  $\Omega$  en un circuito cuya diferencia de potencial es de 135 V. ¿Qué intensidad circulará por el circuito y cuál será la tensión que tendrá cada una de las resistencias?

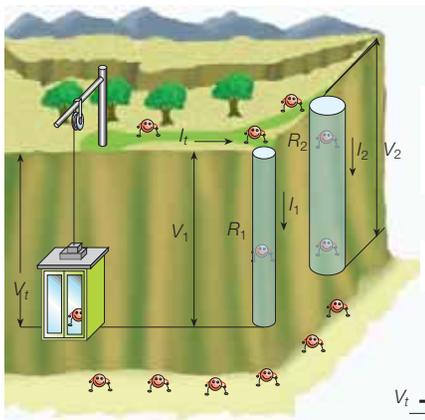
1. Calculamos la resistencia equivalente del circuito, aplicando la expresión:  $R_t = R_1 + R_2$ . Luego  $R_t = 15 + 30 = 45 \Omega$

2. Aplicando la ley de Ohm al circuito:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{135}{45} = 3 \text{ A}$$

3. Aplicando la ley de Ohm en cada tramo obtendremos la intensidad que atraviesa cada resistencia. Puedes comprobar como, en este caso, la suma de las intensidades es igual a la intensidad total del circuito.

### 8.2 Circuito en paralelo



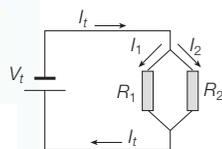
Aplicando la ley de Ohm:

$$\frac{V_t}{R_t} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

En circuitos en paralelo

Observamos que:  $V_t = V_1 = V_2$

Como  $I_t = I_1 + I_2$



Supongamos ahora que las resistencias anteriores las conectamos en paralelo en un circuito cuya diferencia de potencial es de 30 V. ¿Cómo se distribuirá ahora la intensidad y la tensión en cada una de ellas?

1. Calculamos la resistencia equivalente del circuito, aplicando la expresión:  $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Luego

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} \rightarrow R_t = 10 \Omega$$

2. Aplicando la ley de Ohm al circuito:  $I = \frac{V}{R} = \frac{30}{10} = 3 \text{ A}$

3. Aplicando la ley de Ohm en cada tramo obtendremos la intensidad que atraviesa cada resistencia. Puedes comprobar como, en este caso, la suma de las intensidades es igual a la intensidad total del circuito.

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad I_2 = 1 \text{ A}$$

## 8.3 Circuito mixto

Los **circuitos mixtos** son aquellos que disponen de tres o más operadores eléctricos y en cuya asociación concurren a la vez los sistemas en serie y en paralelo.

Para la resolución de estos circuitos es conveniente que sigas los siguientes pasos:

1. Calcula el valor de la resistencia equivalente del circuito.  $R_2$  y  $R_3$  están en paralelo, por tanto:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{2-3}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} \rightarrow R_{2-3} = 2 \Omega$$

$$R_t = R_1 + R_{2-3} = 8 \Omega + 2 \Omega = 10 \Omega$$

2. Determina la intensidad de corriente eléctrica total que circula por el **circuito simplificado**.

$$I_t = \frac{V_t}{R_t} = \frac{30 \text{ V}}{10 \Omega} = 3 \text{ A}; \quad I_t = 3 \text{ A}$$

3. Traslada los datos obtenidos en el circuito 3 a los circuitos 1 y 2 (cuando te surja alguna duda, aplica la ley de Ohm).

Por ejemplo, valor de la tensión de  $R_{2-3}$ :

$$I_{2-3} = \frac{V_{2-3}}{R_{2-3}}$$

$$3 \text{ A} = \frac{V_{2-3}}{2 \Omega}$$

$$V_{2-3} = 3 \text{ A} \cdot 2 \Omega; \quad V_{2-3} = 6 \text{ V}$$

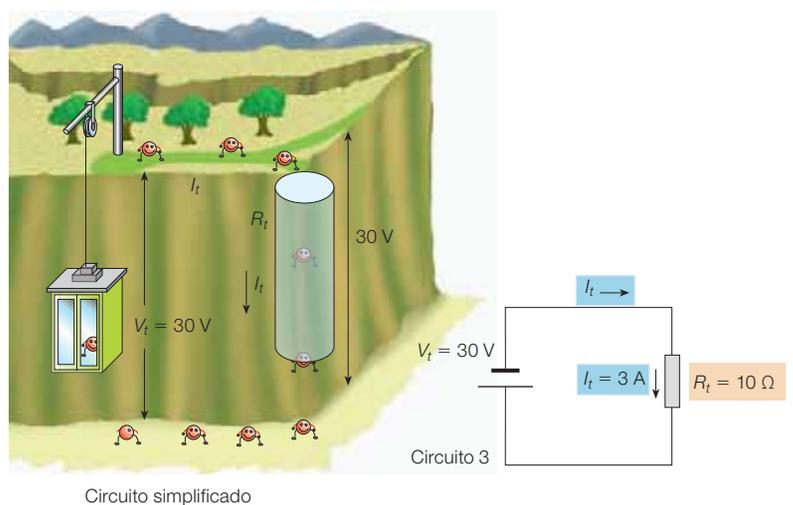
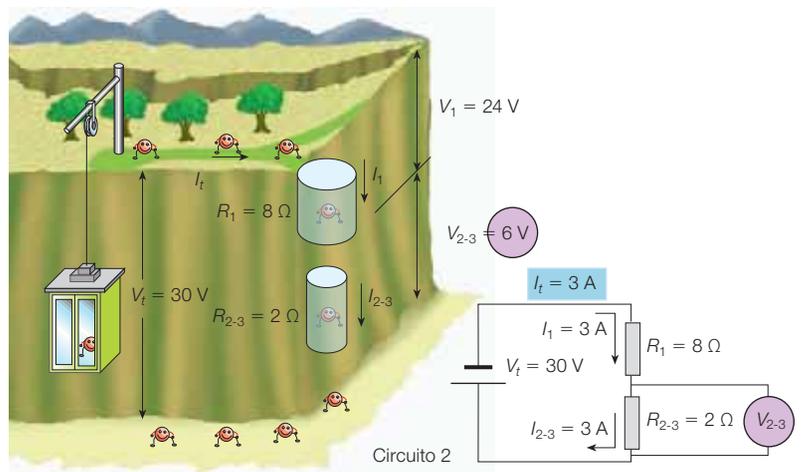
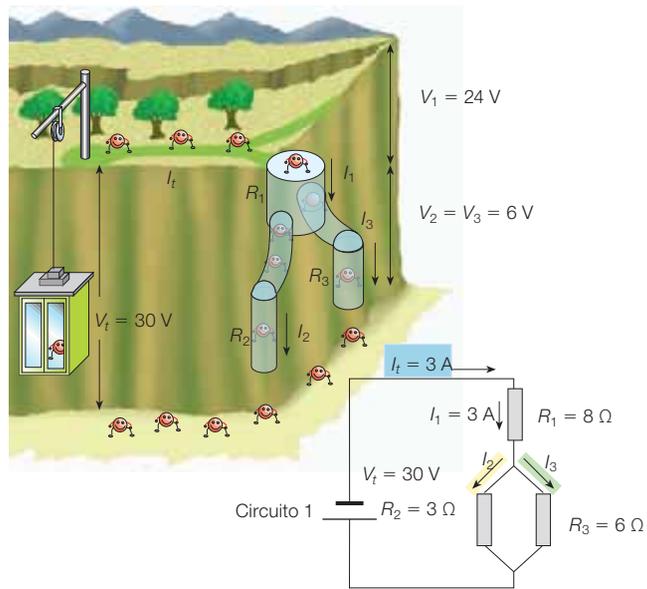
Ahora podemos calcular la  $I_2$  e  $I_3$  del circuito 1:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6 \text{ V}}{3 \Omega} = 2 \text{ A}; \quad I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{6 \text{ V}}{6 \Omega} = 1 \text{ A}; \quad I_3 = 1 \text{ A}$$

Observa cómo se cumple que

$$I_t = I_2 + I_3 = 2 \text{ A} + 1 \text{ A} = 3 \text{ A}$$



## 9. Valoración del uso de la energía eléctrica sobre el medio ambiente



Figura 7.27.

Casa con paneles solares en el tejado.



Para saber más...

### Comisión Brundtland 1987

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Uno de los factores determinantes para el desarrollo de la sociedad es la energía. El consumo energético de todos los países industrializados está en continuo crecimiento.

La **energía** se puede definir como la capacidad que tiene un sistema material para realizar un trabajo que, generalmente, produce cambios o transformaciones en otros cuerpos.

Las fuentes de energía se pueden clasificar en dos grandes grupos: **energías renovables** y **no renovables**. El uso indiscriminado de algunas fuentes de energía, especialmente las no renovables, está provocando serios daños en el medio ambiente. Por ello, conviene que todos nosotros tomemos conciencia de la importancia que tiene el hacer un uso racional de la energía.

El uso que hacemos de la energía eléctrica influye, de una u otra forma, sobre el medio ambiente. Esta influencia se manifiesta en todas las fases del proceso, tanto por el tipo de fuente de energía que se utilice para su generación (renovables o no), como durante su transporte, distribución, transformación y consumo.

El término **medio ambiente** engloba todos aquellos aspectos que influyen sobre los seres vivos que se desarrollan en un determinado hábitat.

El uso racional de la energía, y el consiguiente ahorro que ello implica, son actitudes que están calando cada vez más en nuestros hábitos energéticos, precisamente cuando la sociedad se ha dado cuenta de que estos hábitos pueden constituir en sí mismos una «fuente de energía» que no podemos ni debemos despreciar.

El **desarrollo sostenible** se puede aplicar también al uso de los recursos energéticos y, en particular, al uso de la energía eléctrica, pues una de las definiciones más utilizadas de desarrollo sostenible es la que aparece en el Informe de la Comisión Mundial para el Desarrollo del Medio Ambiente (Comisión Brundtland, 1987).

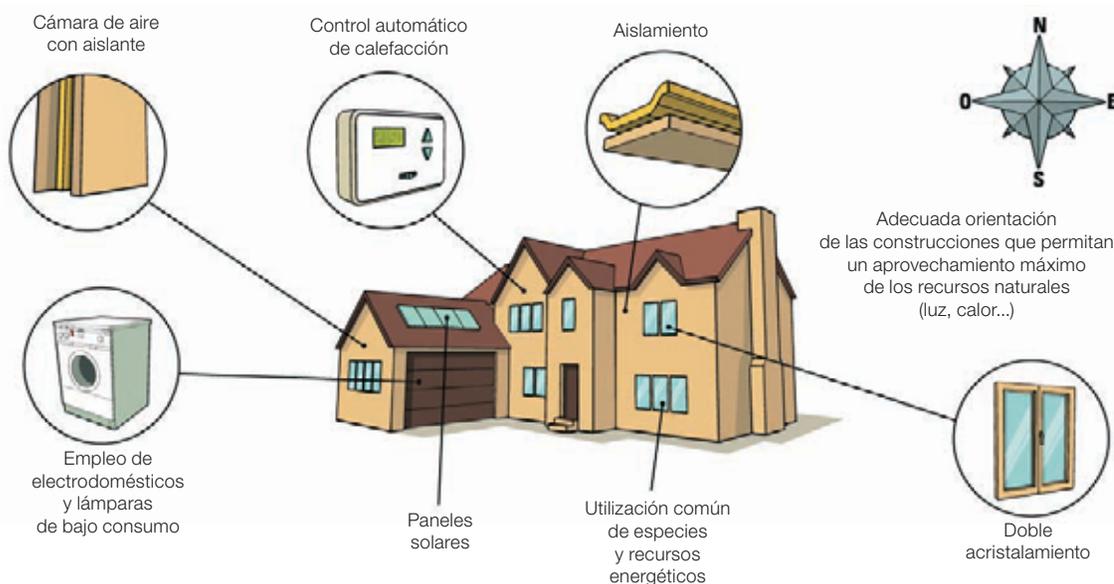


Figura 7.28.

Una correcta selección de los materiales de construcción, el uso de receptores eléctricos de bajo consumo, la puesta en práctica de actitudes que fomenten el ahorro... son algunos de los parámetros con los que podemos contribuir en el ahorro energético.

## Actividades finales



### Del cuaderno de trabajo

Realiza las actividades propuestas en el cuaderno de trabajo.



### Individuales

1. Expresa el concepto de corriente eléctrica y la importancia que tiene su sentido de circulación para algunos circuitos. 
2. Resume, en tu cuaderno de tecnología, las distintas magnitudes eléctricas y la ley de Ohm. Deduce las expresiones matemáticas que la relacionan con la P y el W. 
3. Determina el número de electrones que circulan en 10 s por la sección de un conductor en el que la corriente es de 2 A de intensidad. Nota: recuerda que el valor de la fuerza eléctrica o carga de un electrón es de  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C. 
4. ¿Qué intensidad de corriente circulará por un hilo conductor si en 20 minutos pasan  $6 \cdot 10^7$  electrones? 
5. Si por una resistencia de  $15 \Omega$  circula una intensidad de 30 A, ¿qué diferencia de potencial se creará? 
6. Se desea construir una resistencia de  $20 \Omega$  con un hilo de cobre de  $0,6 \text{ mm}^2$  de sección. ¿De qué longitud es el hilo que debemos utilizar? Consulta la tabla de resistividades de la página 28. 
7. Determina la resistencia que tendrá el filamento de una lámpara de 60 W y 220 V. ¿Qué intensidad circulará por ella? ¿Qué energía consumirá si la dejamos conectada una semana? 
8. Escribe en tu cuaderno de tecnología la unidad o la expresión eléctrica a que hace referencia cada uno de estos nombres:
 

a) Ley de Ohm	b) Amperio · Ohmio
c) Voltios/Amperios	d) Vatio/Amperio
e) Vatio/Voltio	f) Energía eléctrica



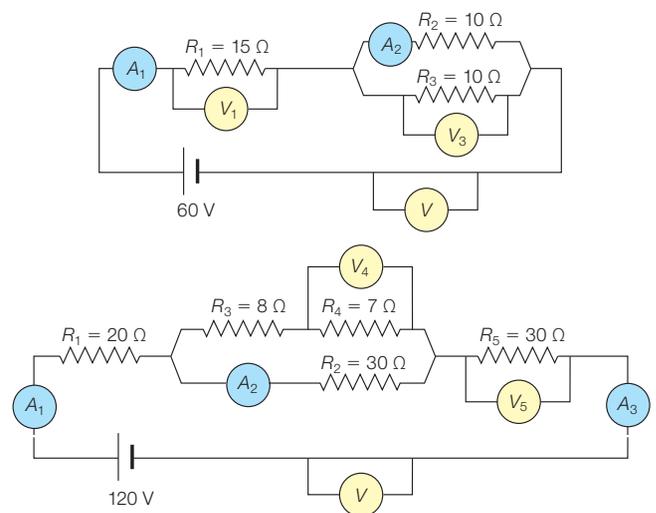
### Búsqueda de información

Busca información y realiza un trabajo sobre algún aparato eléctrico, distinto del polímetro, que esté especializado en medir una determinada magnitud eléctrica, por ejemplo, amperímetros, voltímetros.



### De grupo

1. Tomando como referencia los circuitos representados y efectuando cuantos cálculos sean necesarios, determina, en cada caso, qué valores indicarán los voltímetros y amperímetros asociados. 



### Práctica: laboratorio de ensayos eléctricos



En esta unidad se han representado distintos circuitos eléctricos. Analízalos detenidamente y, posteriormente, solicita el material necesario para montar y comprobar su funcionamiento.

