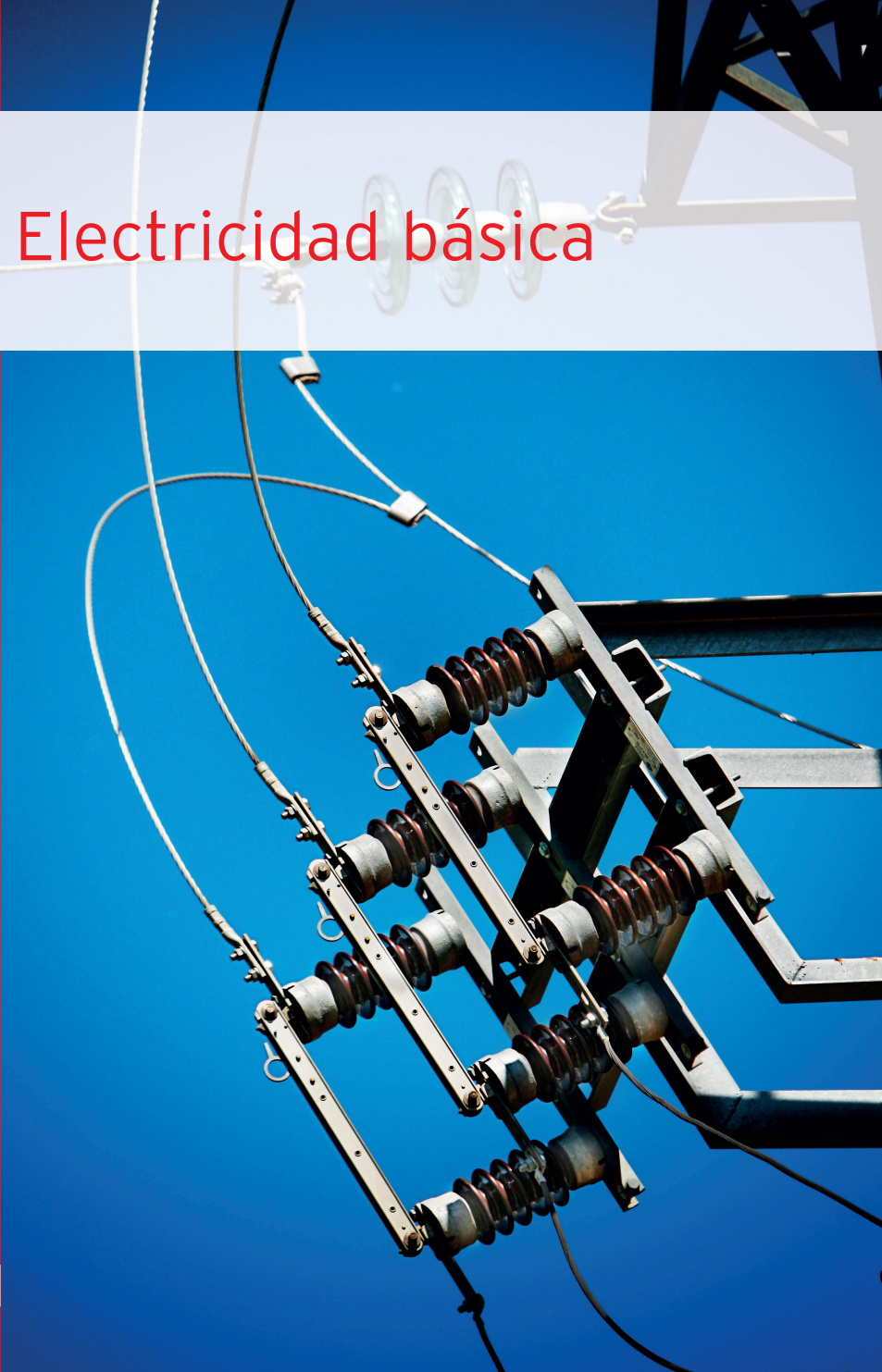


U^{nidad} 1

Electricidad básica



Preguntas iniciales

1• ¿Te has fijado que todos los aparatos eléctricos que te rodean se calientan cuando los utilizas?

2• ¿Sabes de dónde viene la palabra electricidad?

3• ¿Sabes por qué los cables eléctricos van revestidos de plástico?

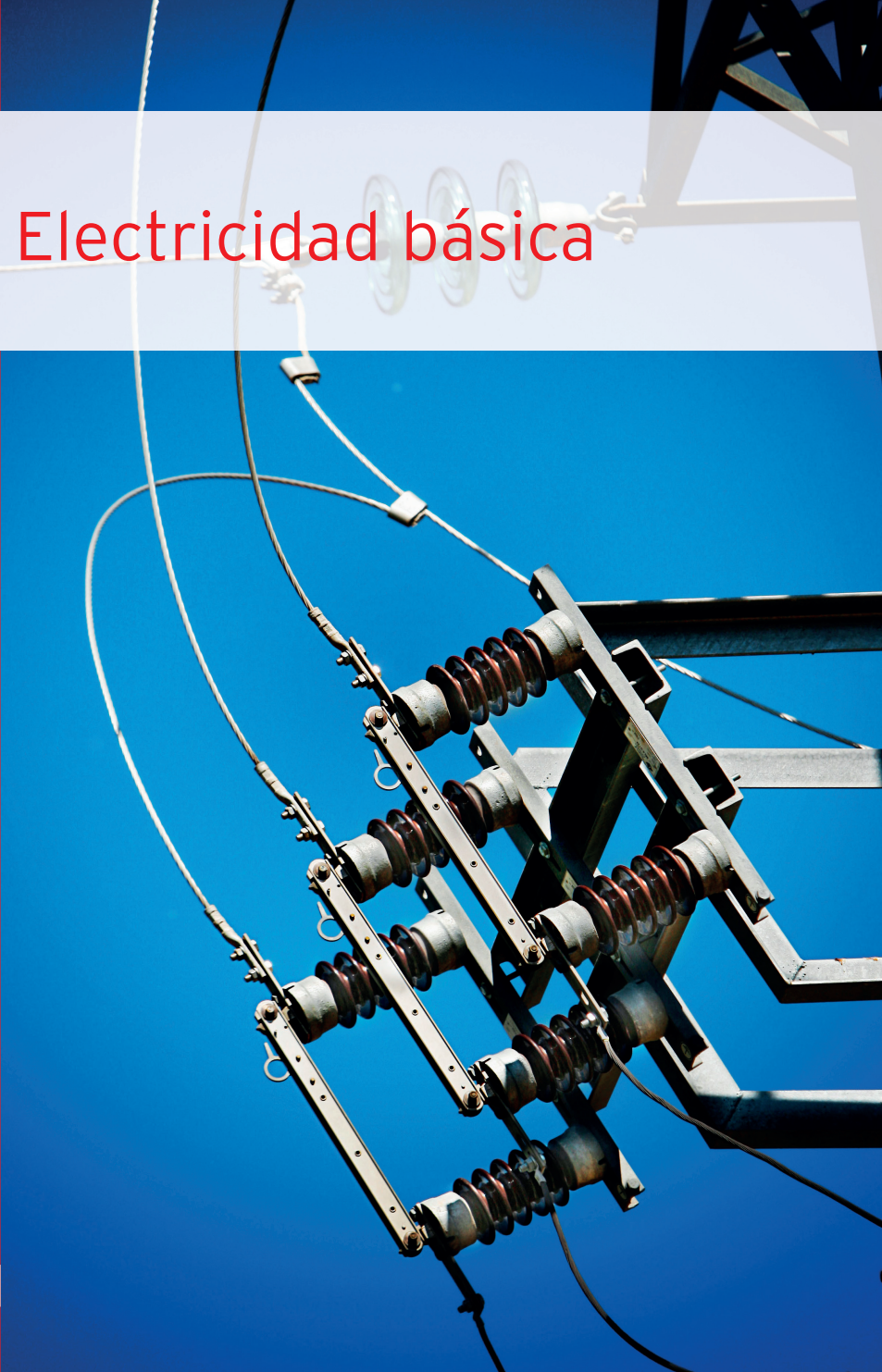
4• ¿Has oído hablar de corriente alterna y de corriente continua?

En esta unidad aprenderás a...

- Representar circuitos eléctricos elementales, en serie, en paralelo y mixtos.
- Aplicar la ley de Ohm en circuitos eléctricos.
- Relacionar el efecto Joule con el calor.
- Calcular la potencia e intensidad eléctrica.
- Identificar y calcular los distintos tipos de resistencias.

U^{nidad} 1

Electricidad básica



Preguntas iniciales

1• ¿Te has fijado que todos los aparatos eléctricos que te rodean se calientan cuando los utilizas?

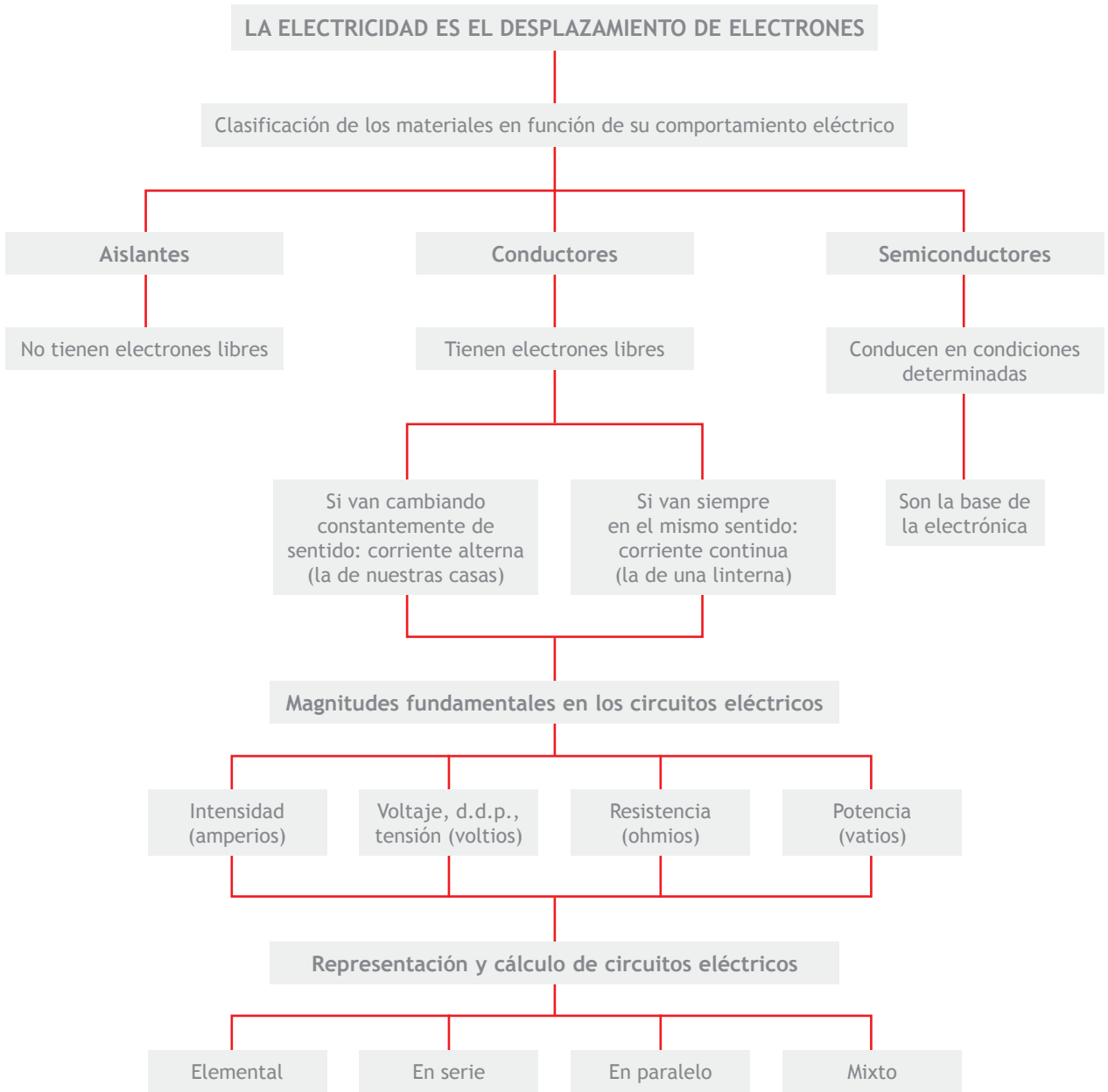
2• ¿Sabes de dónde viene la palabra electricidad?

3• ¿Sabes por qué los cables eléctricos van revestidos de plástico?

4• ¿Has oído hablar de corriente alterna y de corriente continua?

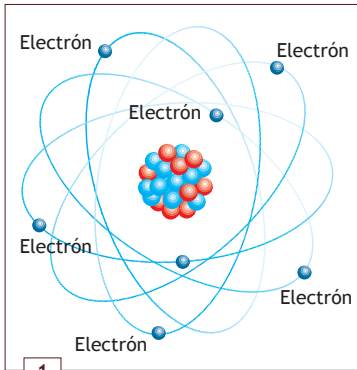
En esta unidad aprenderás a...

- Representar circuitos eléctricos elementales, en serie, en paralelo y mixtos.
- Aplicar la ley de Ohm en circuitos eléctricos.
- Relacionar el efecto Joule con el calor.
- Calcular la potencia e intensidad eléctrica.
- Identificar y calcular los distintos tipos de resistencias.



Para el proyecto final

- Aprenderás que la pintura que recubre la chapa del automóvil es aislante.
- Comprobarás la masa del automóvil.
- Aplicarás la nomenclatura básica utilizada en los circuitos eléctricos del automóvil.
- Pondrás atención en la lectura de las placas características del alternador.



1
Estructura del átomo.

1 >> Estructura del átomo

Los materiales que son buenos conductores de la electricidad son aquellos cuyos átomos tienen electrones libres, por lo que pueden saltar fácilmente de un átomo a otro. La estructura del átomo está representada en la figura 1; en ella podemos apreciar una parte central a la que denominamos núcleo y a su alrededor y en continuo movimiento se encuentran los electrones.


1.1 > Electricidad. Ley de Coulomb

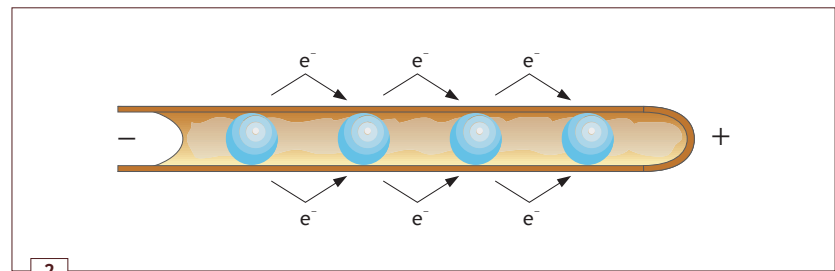
Ley de Coulomb: cuando dos cargas eléctricas están cerca, surgen fuerzas de atracción o repulsión, de forma que se cumple:

- Cargas eléctricas de distinto signo se atraen.
- Cargas eléctricas de igual signo se repelen.

Teniendo en cuenta que los electrones tienen carga eléctrica negativa y que los materiales conductores se caracterizan por tener electrones libres, si se pone una carga positiva en un extremo de un hilo conductor, generalmente de cobre, y una carga negativa en el otro extremo, los electrones libres del hilo de cobre serán atraídos, prácticamente sin resistencia, por la carga eléctrica positiva exterior, a la vez que serán rechazados por la carga negativa exterior (figura 2).

A partir de este experimento del hilo de cobre, podemos definir qué es la electricidad:

 La **electricidad o corriente** eléctrica es el desplazamiento de electrones desde una carga negativa hacia una carga positiva exterior.



2
Desplazamiento de los electrones hacia la carga positiva exterior.

Actividades

1•• Si comparamos la estructura de un átomo con el sistema solar, ¿a qué parte del átomo correspondería a los planetas?

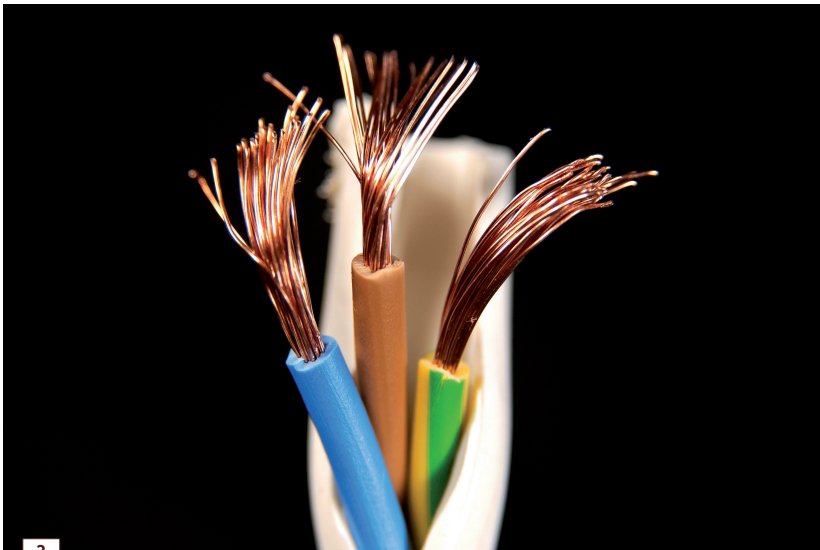
2•• Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas y cuáles falsas:

- a) Los electrones se encuentran en la parte exterior del átomo y es su desplazamiento el que produce la electricidad.
- b) Un material conductor es aquel que no tiene electrones libres.
- c) Los electrones, que tienen carga eléctrica positiva, son atraídos por una carga exterior negativa.

1.2 > Clasificación de los materiales

Dependiendo de su comportamiento eléctrico, es decir, de la facilidad que tengan los electrones para desplazarse por ellos, los materiales se clasifican en **materiales conductores**, **materiales aislantes** y **materiales semiconductores**.

- **Los materiales conductores** dejan pasar fácilmente la electricidad. Estos materiales tienen tendencia a ceder electrones (electrones libres), que serán atraídos por cargas eléctricas exteriores. Por ejemplo, el cobre, el oro, la plata, etc.
- **Los materiales aislantes** no dejan pasar la electricidad. Son aquellos elementos que no tienen electrones libres. Por ejemplo, el plástico, la madera, el cristal, etc.
- **Los materiales semiconductores** dejan pasar la electricidad en determinadas condiciones. Estos materiales son la base de la electrónica y les dedicaremos un estudio detallado en la Unidad de componentes electrónicos de este libro. Por ejemplo, el silicio y el germanio.



3

Hilo conductor.

2 >> El circuito eléctrico elemental

Al estudiar la estructura del átomo hemos visto que:

- Si colocamos una carga positiva en un extremo del hilo conductor, los electrones se desplazan hacia ese extremo.
- La electricidad es el desplazamiento de electrones.

A continuación, vamos a realizar una práctica que consiste en el montaje de un circuito eléctrico.

El circuito eléctrico consta de un **hilo conductor de cobre** por donde circularán los electrones, una **pila** que será la encargada de darnos la diferencia de cargas positivas y negativas entre los extremos del hilo conductor y una **bombilla** que, al pasar los electrones por ella, se iluminará.

Cobre

El material que generalmente se utiliza para conducir la electricidad es el cobre. Actualmente, un hilo conductor está formado por pequeños hilos de cobre recubiertos por plástico que es el material aislante. En la figura 3 se ven finos hilos de cobre, que es un material conductor, envueltos de plástico, que es un material aislante.



Las pilas

Observando con atención una pila podemos ver en ella las características que nos indica el fabricante:

- En un extremo aparece un signo – y en el otro un signo +.
- En un tamaño menor, el fabricante nos indica que se trata de una pila de 1,5 V.

El circuito eléctrico elemental

El objetivo de esta práctica es comprender los fundamentos de la electricidad observando fenómenos que nos son familiares.

Vamos a diseñar el circuito más sencillo posible.

Desarrollo

Empezaremos tomando el hilo conductor y quitando el plástico aislante de sus extremos. Para ello, utilizaremos unos alicates de engatillar. Los alicates de engatillar tienen distintas funciones según veremos (figura 4).

Se corta el hilo conductor por la mitad con los alicates de engatillar. Para ello, abriremos los alicates, con lo que quedarán unos orificios redondos. Colocaremos el cable dentro del orificio de diámetro adecuado y cerraremos los alicates partiendo el cable (figura 5).

Con los alicates cerrados, se aprecian otros orificios, también redondos. Al poner uno de los extremos del cable dentro y tirar de él, se corta y se separa el plástico aislante (figuras 6 y 7).

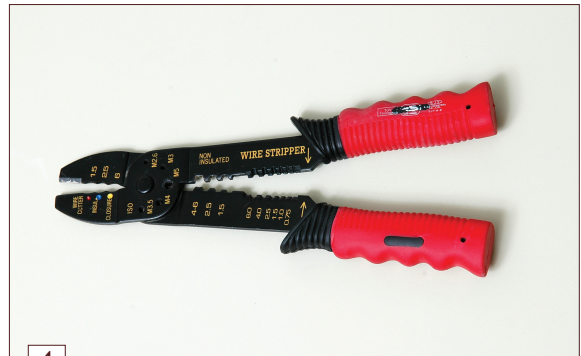
Con los alicates cerrados, se aprecian otros orificios, también redondos. Al poner uno de los extremos del cable dentro y tirar de él, se corta y se separa el plástico aislante (figuras 6 y 7).

Una vez quitado el plástico aislante de los extremos de los dos trozos de cable, realizaremos las conexiones. Conectaremos un extremo de cada cable a cada uno de los contactos de la pila. A continuación, conectaremos los extremos sueltos de ambos cables a cada uno de los terminales del portalámparas. Entonces, la bombilla se iluminará. Esto es debido a que están circulando los electrones a través del hilo conductor.

Dejaremos el material sin desmontar, para la siguiente práctica.

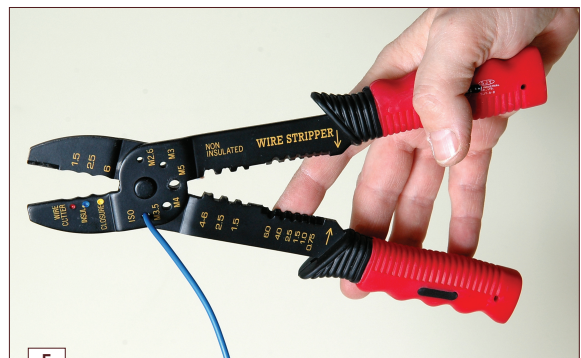
Materiales

- 1 pila de 1,5 V
- 1 hilo conductor de 40 cm
- 1 lámpara de 1,5 V
- 1 portalámparas
- 1 alicates de engatillar



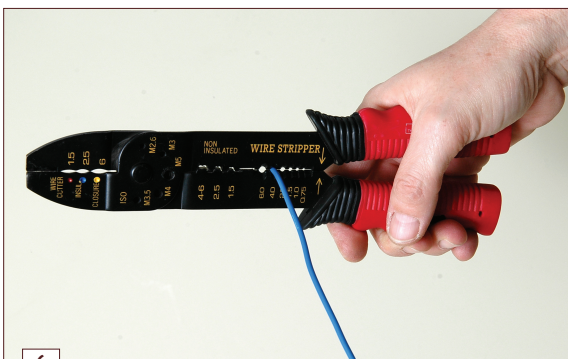
4

Alicates de engatillar.



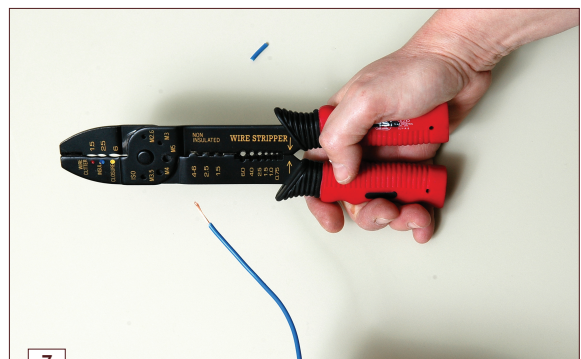
5

Cortamos el cable.



6

Colocamos el cable en los alicates de engatillar.

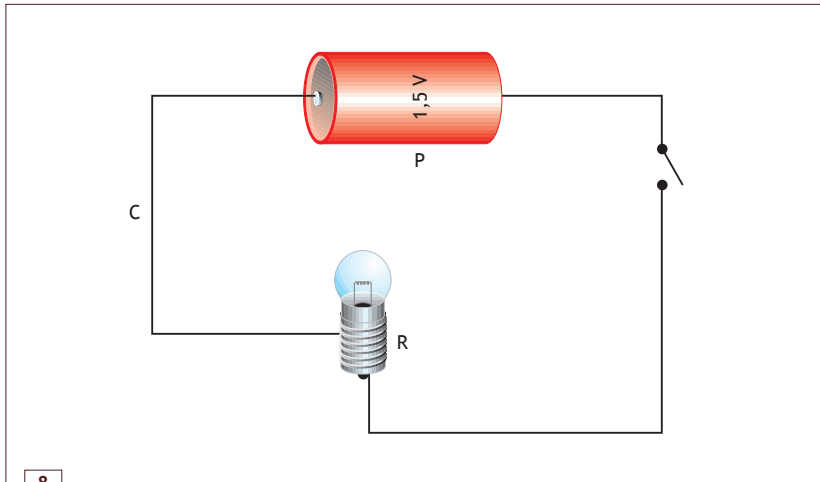


7

Tiramos para quitar el plástico.

Lo que acabamos de montar en esta práctica es un circuito eléctrico elemental. Si no dispusiéramos de un consumo, en este caso la bombilla, los electrones irían de un lado a otro del hilo conductor, se igualarían las cargas eléctricas de ambos extremos y la pila se agotaría.

Vamos ahora a representarlo eléctricamente:



8

Circuito eléctrico con componentes reales.

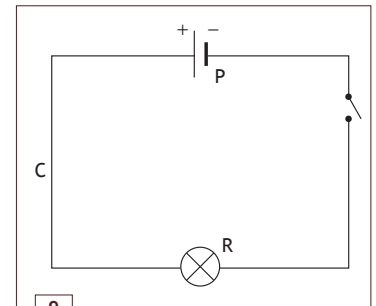
En el circuito anterior (figura 8), podemos identificar la pila (P), el hilo conductor (C) y la lámpara (R).

No obstante, en los circuitos eléctricos no aparecen los elementos representados tal y como son en realidad sino que son sustituidos por unos símbolos normalizados. De este modo, el circuito eléctrico elemental del ejemplo anterior, queda representado tal como se muestra en la figura 9.

Comparando los dos circuitos de las figuras 9 y 10, observamos:

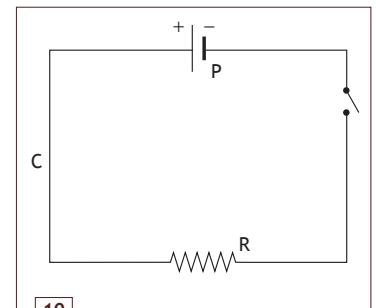
- La pila ha sido sustituida por $\left(\begin{array}{c} + \\ | \\ - \end{array} \right)$, estando representado el extremo + de la pila por el trazo largo y el extremo - de la pila por el trazo corto.
- La lámpara se representa por $\left(\begin{array}{c} \otimes \\ \text{---} \end{array} \right)$.

Cuando en lugar de tener conectada una bombilla al circuito tenemos cualquier consumo, lo representaremos como se muestra en la figura 10.



9

Circuito eléctrico con símbolos.



10

Circuito eléctrico elemental.

Actividades

3•• Observar detenidamente una bombilla de filamento para descubrir dónde van conectados los dos extremos del mismo. A continuación, observar el portalámparas de la bombilla anterior para ver por dónde hace contacto con los extremos del filamento de la bombilla.

4•• Dibuja los símbolos que utilizamos en un circuito eléctrico para representar:

- a) Una pila.
- b) Una bombilla.
- c) Cualquier otro consumo que podamos tener en un circuito.

3 >> Tipos de corriente

La corriente puede ser **alterna** o **continua**. La corriente continua es aquella en la que un extremo del hilo conductor siempre tiene una carga positiva, mientras que la corriente alterna es aquella en la cual, en los extremos del hilo conductor van cambiando las cargas eléctricas exteriores en pequeñísimos intervalos de tiempo. La que tenemos en nuestras casas es corriente alterna. La que tenemos en las pilas y baterías es corriente continua.

4 >> Magnitudes eléctricas

Las magnitudes fundamentales que podemos definir en un circuito eléctrico son el **voltaje**, la **intensidad** y la **resistencia**.

Múltiplos y submúltiplos

1 A = 1.000 mA
de la misma manera que
1 m = 1.000 mm

4.1 > Voltaje (V)

El **voltaje** es la magnitud que se encarga de mantener la diferencia de cargas positivas y negativas entre dos puntos de un circuito.

Cuando dos puntos, entre los que existe una diferencia de cargas, se unen con un medio conductor, se produce un movimiento de electrones desde el punto con mayor carga negativa al punto con carga positiva. Esta corriente cesa cuando ambos puntos igualan sus cargas o cuando se interrumpe el circuito.

La unidad que mide el voltaje en el Sistema Internacional es el **voltio (V)**, aunque también se utiliza el mV (milivoltio). Al voltaje también se le denomina tensión, diferencia de potencial (d.d.p.) y, en algunos casos, fuerza electromotriz (f.e.m.).

Se simboliza con:

—⁺ | —⁻, cuando hacemos referencia a una pila.

—⁺ | — ····· | —⁻, cuando hacemos referencia a una batería.

4.2 > Intensidad (I)

La **intensidad** es la cantidad de electrones que se desplazan por segundo a través del hilo conductor.

Se representa por una flecha paralela al hilo conductor y sobre ella la letra **I**. Su unidad es el **amperio (A)**, aunque también utilizaremos el miliamperio mA.

Como la carga de un electrón es una unidad extraordinariamente pequeña, se utiliza como unidad básica de carga el **culombio**, que equivale a:

$$1 \text{ culombio} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ electrones}$$

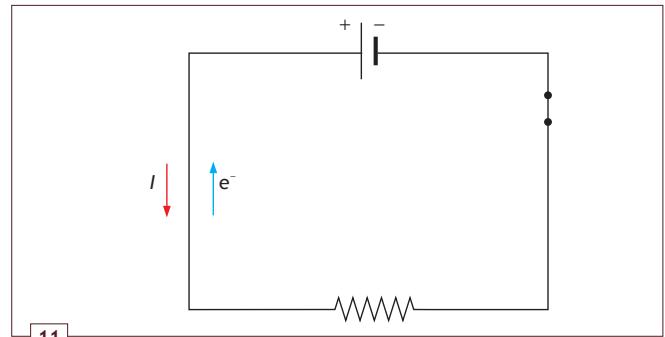
Así pues:

$$\text{Intensidad} = \text{Carga eléctrica} / \text{Tiempo} \Rightarrow 1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ Segundo}}$$

Como hemos visto, la electricidad es el desplazamiento de electrones (-) hacia el extremo positivo de un conductor. La figura 11 muestra cómo quedaría representado esto en un circuito eléctrico.

No obstante, por convenio, se considera que el sentido de la intensidad de la corriente es contrario al desplazamiento de los electrones, por lo que la intensidad se representa yendo del extremo positivo al extremo negativo del conductor (figura 11).

A partir de este momento, solo se hace referencia al desplazamiento de electrones para explicaciones concretas. Para todo lo demás, se trabaja con la intensidad, representándola con una flecha que sale del extremo positivo hacia el extremo negativo.



11 Sentido de los electrones y de la intensidad en un circuito eléctrico.

4.3 > Resistencia (R)

La **resistencia eléctrica** es la magnitud que mide la dificultad que opone un material a ser atravesado por una corriente eléctrica.

Se simboliza con estos símbolos:

—— o con ——.

Y se representa por la letra **R**, siendo su unidad el **ohmio** (Ω). Aunque también se utiliza el kilohmio ($k\Omega$).

Magnitudes y unidades

- El símbolo del voltaje es V y su unidad, el voltio (V).
- El símbolo de la intensidad es I y su unidad, el amperio (A).
- El símbolo de la resistencia es R y su unidad, el ohmio (Ω).

Actividades

5• Pon un ejemplo de un aparato eléctrico que funcione con corriente alterna y otro ejemplo que funcione con corriente continua.

6• ¿Qué otros términos se utilizan para designar la diferencia de potencial?

7• ¿De qué magnitud es unidad el voltio? ¿Qué letra lo representa?

8• ¿De qué magnitud es unidad el amperio? ¿Qué letra lo representa?

9• ¿De qué magnitud es unidad el ohmio? ¿Qué letra lo representa?

10• Dibuja los símbolos que se utilizan para representar en los circuitos: una resistencia, una pila, una batería y una lámpara.

11• Realiza los siguientes cambios de unidades:

- Pasa de $22 \text{ k}\Omega$ a ohmios.
- Pasa de 56 mA a amperios.
- Pasa de $0,0004 \text{ V}$ a milivoltios.

5 >> La ley de Ohm

La ley de Ohm es una expresión matemática que relaciona el voltaje con la intensidad y la resistencia de un determinado consumo.

$$V = R \cdot I$$

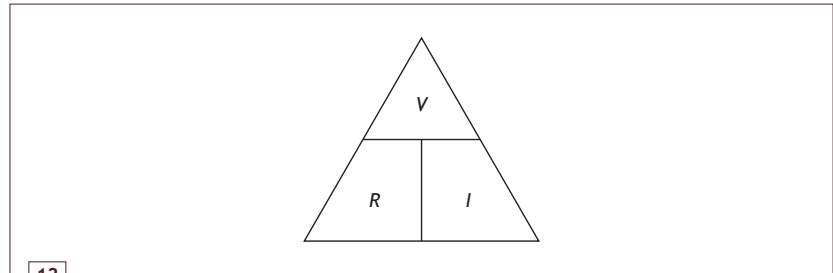
Para que nos resulte más fácil de recordar esta expresión, podemos recurrir al esquema que nos muestra la figura 12.

La ley de Ohm en unidades

$$1 \text{ V} = 1 \text{ } \Omega \cdot 1 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1 \text{ V} / 1 \text{ } \Omega$$

$$1 \text{ } \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A}$$



12

Ley de Ohm.

En la parte superior, siempre pondremos el voltaje (lo recordaremos porque tiene la misma forma del vértice del triángulo pero invertido) y en la parte inferior, sin importar el orden, colocaremos la resistencia y la intensidad.

Para que nos sea útil el triángulo anterior, debemos aprender a interpretarlo:

- Para conocer el voltaje, se observa el triángulo y se coloca la resistencia y la intensidad como se encuentran en él, uno al lado del otro (figura 13).

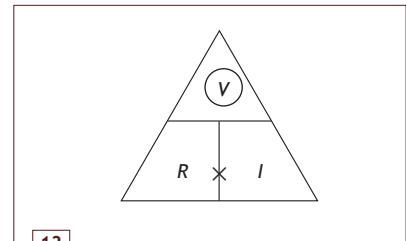
$$V = R \cdot I$$

- Para conocer la intensidad, se observa el triángulo y se coloca el voltaje y la resistencia como se encuentran en él, uno debajo del otro (figura 14).

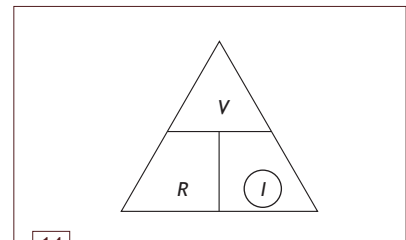
$$I = \frac{V}{R}$$

- Para conocer la resistencia, se observa el triángulo y se coloca el voltaje y la intensidad como se encuentran en él, uno debajo del otro (figura 15).

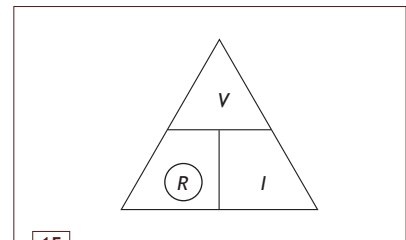
$$R = \frac{V}{I}$$



13



14



15

Casos prácticos

1

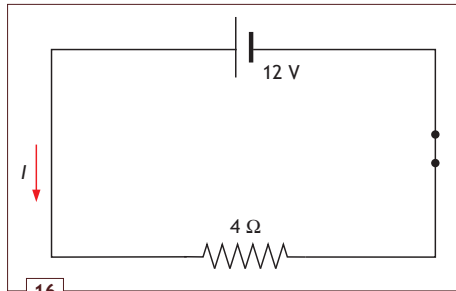
Circuito elemental

Representar el esquema eléctrico de un circuito con una pila de 12 V y una resistencia de 4 Ω.

Calcula la intensidad que circula a través de esta.

Solución

La representación eléctrica del circuito será la que se muestra en la figura 16.



Circuito con una pila de 12 V y una resistencia de 4 Ω.

Datos del problema

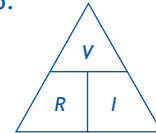
$$V = 12 \text{ V} \quad R = 4 \text{ } \Omega \quad I = ?$$

Para hallar la intensidad, aplicamos la ley de Ohm.

$$\text{Así, tendremos: } I = \frac{V}{R}$$

Resolución

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



Técnica

2

La ley de Ohm

El objetivo es comprender la ley de Ohm mediante un experimento práctico.

Desarrollo

Aprovechando el circuito utilizado en la técnica anterior pero cambiando la bombilla por otra de 4,5 V, lo conectamos nuevamente a la pila de 1,5 V. Inmediatamente después, lo conectamos a la pila de 4,5 V y observamos el cambio en la luz que proyecta.

Por tanto, en este caso hemos mantenido constante la resistencia (es decir, hemos usado la misma lámpara), pero hemos cambiado el voltaje. Como consecuencia, ha variado la intensidad (al aumentar el voltaje, ha aumentado la luz proyectada).

Materiales

- 1 pila de 4,5 V
- 1 pila de 1,5 V
- 1 hilo conductor de 40 cm
- 1 lámpara de 4,5 V
- 1 portalámparas

Actividades

12•• Calcula la intensidad que circula a través de una resistencia de 6 Ω, cuando está conectada a una pila de 12 V. Representa el esquema eléctrico de este circuito.

13•• Calcula la resistencia que deberá tener un consumo si, al estar conectado a una tensión de 12 V, circula por él una intensidad de 4 A. Representa eléctricamente el circuito.

14•• Calcula la tensión necesaria para que a través de una resistencia de 100 Ω circule una intensidad de 0,5 A. Representa el esquema eléctrico de este circuito.

6 >> Resistencia de un hilo conductor

Todo hilo conductor ofrece una resistencia al paso de la electricidad. Esta resistencia depende de tres factores:

- El material de qué esté hecho el conductor.
- La longitud del mismo.
- La sección del cable (su grosor).

La expresión matemática que nos permite calcular la **resistencia de un hilo conductor** es la siguiente:

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

Donde:

ρ es la resistividad del material (en el caso del **cobre es 0,0172**).

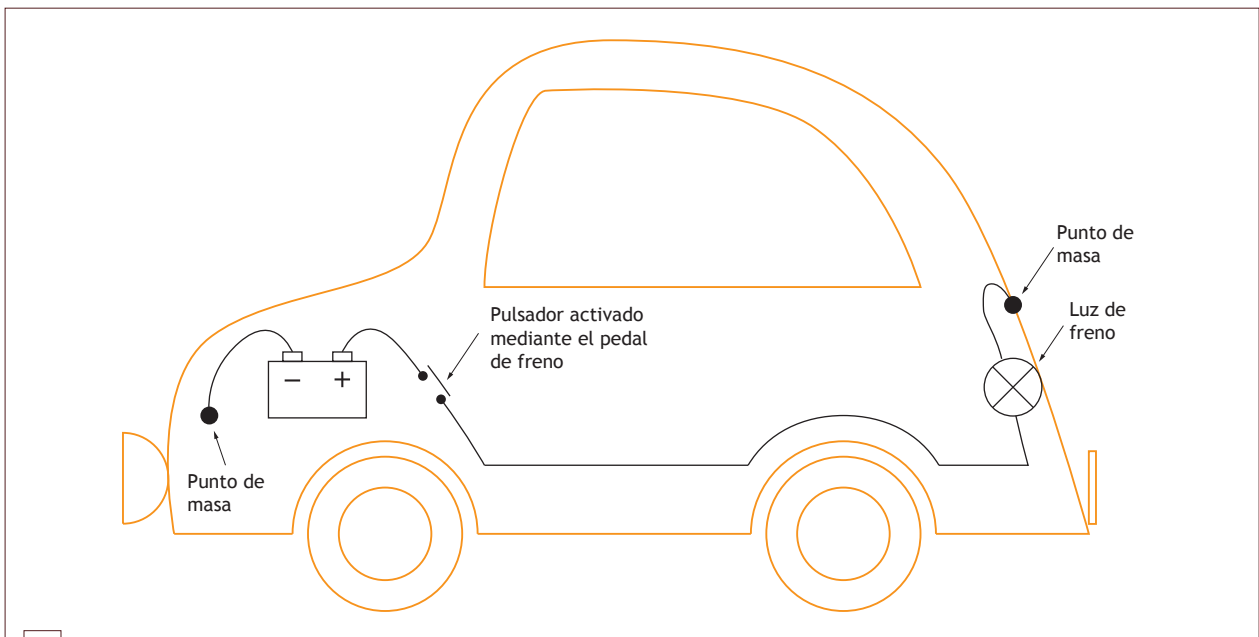
l es la longitud del cable expresada en **m**.

S es la sección del hilo conductor expresada en **mm²**.

Para recordar la fórmula matemática de la resistencia de un hilo conductor, solo hace falta pensar que al aumentar la longitud del hilo conductor, aumenta su resistencia (está multiplicando), mientras que al aumentar el grosor del cable esta disminuye (está dividiendo).

7 >> La masa en el automóvil

Para entender el concepto de masa, empezamos por dibujar la silueta de un automóvil (figura 17). En ella, representamos un circuito elemental con la batería, la luz de freno posterior y el pulsador.



17

La masa: el chasis como conductor de retorno a la batería.

La batería puede ir situada en distintas partes, dependiendo del modelo: en muchos casos va colocada en la parte delantera del vehículo, aunque también se puede encontrar en el portaequipajes, debajo del asiento del acompañante, debajo del asiento posterior, etc.; en el esquema la hemos colocado en la parte delantera del automóvil.

A continuación, vamos a colocar la luz del freno y a realizar las conexiones eléctricas entre ambas (circuito eléctrico elemental).

El cable positivo de la batería se conecta a uno de los contactos del pulsador, que será accionado por el conductor al presionar el pedal del freno, y del otro contacto del pulsador saldrá el cable que irá directamente a la luz posterior de frenado.

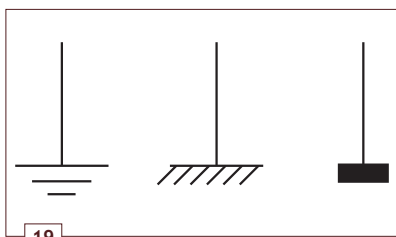
Además, debemos unir el negativo de la luz con el negativo de la batería mediante otro cable conductor pero, para disminuir el peso total del automóvil, dejar más espacio vacío y disminuir el coste total del vehículo, se suprime dicho cable y el retorno se realiza por el propio chasis que, al ser metálico, también es conductor de la electricidad.

La **masa** es el chasis que hace las funciones de cable de retorno entre los consumos y la batería.

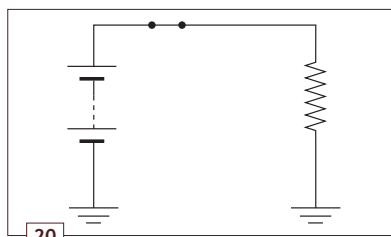
Para tal fin, el automóvil dispone de **puntos de masa** (llamados también **negativo**) unidos al chasis, donde se van conectando los negativos de los distintos consumos.

En los circuitos eléctricos del automóvil, la masa se puede representar utilizando diferentes símbolos, como se muestra en la figura 19, y también con el número 31, según veremos en el siguiente epígrafe.

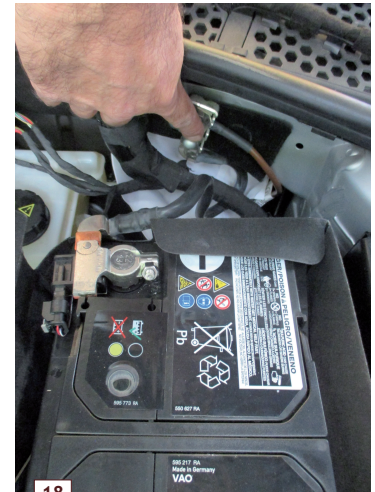
Generalmente, la batería se coloca en la parte izquierda del esquema eléctrico (en caso de que venga representada) y la masa en la parte inferior.



19 Distintas maneras de representar la masa.



20 Circuito eléctrico elemental.



18 Masa de la batería.

La conductividad del chasis

Aunque el material en que está fabricado el chasis es peor conductor que el cobre, se compensa por el hecho de ser mayor la sección por donde puede pasar la electricidad. Hay que tener en cuenta que la resistencia de un hilo conductor depende del material, de su longitud y de su sección.

Actividades

15•• ¿De qué características depende el valor de la resistencia de un hilo conductor?

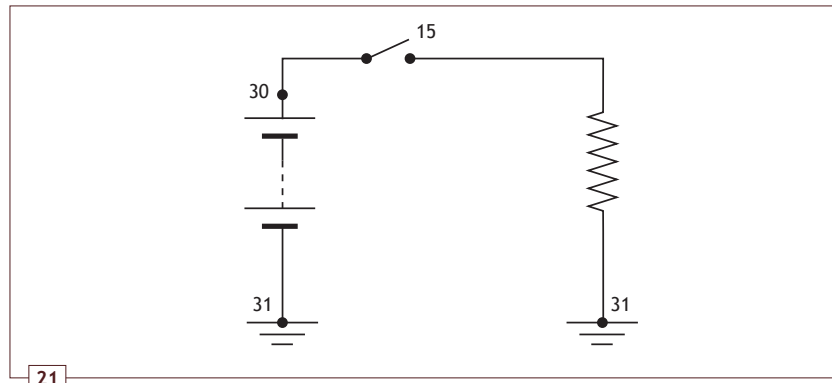
16•• Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre ($\rho = 0,0172$) que tiene una longitud de 4 m y una sección de $0,5 \text{ mm}^2$.

17•• Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre ($\rho = 0,0172$) que tiene una longitud de 75 cm y una sección de 1 mm^2 .

18•• ¿A qué denominamos masa en el automóvil?

8 >> Nomenclatura básica utilizada en los circuitos eléctricos del automóvil

Existe un código de números y letras que utilizan los fabricantes para designar distintas situaciones eléctricas (figura 21).



Circuito eléctrico elemental. Nomenclatura básica.

En el circuito de la figura 21, están representados una batería, un interruptor —que en este caso simboliza la primera posición o posición de encendido de la llave de contacto— y una resistencia, que puede ser cualquier consumo del automóvil.

Los números que aparecen en el circuito son cables con voltaje y corresponden a:

- **30.** Indica el positivo directo de la batería. Es un cable que tiene una tensión de 12 V. Por ejemplo, la luz interior.
- **15.** Indica el positivo con el encendido conectado. Tendrá 12 V solo cuando se gire la llave de contacto en la primera posición. Por ejemplo, el limpiaparabrisas.
- **31.** Indica punto de masa con 0 V.
- Otras situaciones que no quedan representadas en el circuito anterior, pero que ya estamos en disposición de conocer son los designados por:
 - Las letras **X** o **R**. En este caso también son positivo directo de batería (12 V), excepto cuando damos corriente al motor de arranque. X o R alimentan los consumos, que dejan de funcionar al poner en funcionamiento el motor térmico y vuelven a funcionar cuando el motor térmico está girando y el conductor suelta la llave de contacto. Es el caso, por ejemplo, de la radio.
 - La letra **S**. En este caso es positivo con la llave de contacto dentro de la cerradura pero sin girarla a la posición de encendido.

Actividades

19•• ¿Cuáles son los diferentes símbolos utilizados en los circuitos eléctricos para representar los puntos de masa?

20•• ¿Con qué número se designa el positivo directo de batería? ¿Y el positivo situado después de la llave de contacto?

9 >> La potencia eléctrica (P)

Hasta ahora siempre que hemos hablado de consumos hemos hecho referencia a la resistencia, pero en realidad, cuando vamos a comprar por ejemplo una bombilla, hacemos referencia a los vatios. Por ejemplo, compramos una bombilla de 200 W, de 11 W, etc.

Dado que la electricidad es un desplazamiento de electrones, siempre que circule intensidad se está produciendo un trabajo y, según el tiempo que se tarde en realizarlo, se tiene mayor o menor potencia eléctrica.

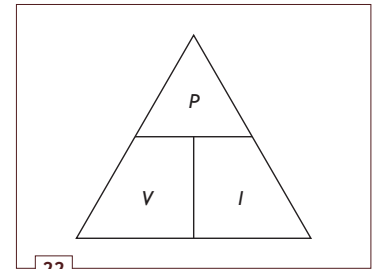
La **potencia eléctrica** es el trabajo efectuado al desplazar las cargas eléctricas, por unidad de tiempo.

El **vatio** es la unidad de la potencia y se representa por la letra W. Igual que ocurre con la resistencia, su valor dependerá del voltaje a que está sometido un consumo y de la intensidad que lo atraviesa. Su fórmula es:

$$P = V \cdot I$$

La factura de la luz

La factura de la luz la pagamos por kilovatios hora (kWh) y, por tanto, cuantos más vatios tengamos conectados y cuanto más tiempo lo estén, más pagaremos.



Esquema que relaciona la potencia eléctrica, P , con el voltaje, V , y la intensidad, I .

Casos prácticos

2

Cálculo de la intensidad de una bombilla de 11 W y otra de 500 W

Calcula la intensidad que circula a través de una bombilla de: a) 11 W. b) 500 W.

Solución

a) En el caso de la bombilla de 11 W, teniendo en cuenta que el voltaje en nuestras casas es de 220 V, la intensidad que circula por ella será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{11 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,05 \text{ A}$$

b) Y en el caso de la bombilla de 500 W: $I = \frac{500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 2,27 \text{ A}$

Es fácil deducir que el consumo (intensidad) de una bombilla de 500 W es muy superior al consumo de otra de 11 W. Si se comparan los resultados obtenidos en este caso práctico, se observa que como el voltaje es el mismo, la potencia está íntimamente relacionada con la intensidad que circula.

Actividades

21· Observa la placa de características de distintos dispositivos eléctricos de tu casa y anota los datos que aparecen. Fíjate también en la placa de características de un cable para alargar.

22· ¿Cuál es el motivo por el cual en un cable alargador figura una placa de características con un valor en vatios, si en esta página se ha explicado que la potencia es una magnitud del consumo?

23· En un alargador enrollable, figuran dos valores de potencia; uno con el cable enrollado y otro con el cable desenrollado. ¿Por qué figuran dos valores de potencia?

10 >> El efecto Joule

Siempre que circula electricidad a través de un hilo conductor, se produce calor.

Joule estudió este fenómeno y cuantificó el calor desprendido mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

Siendo:

Q: el calor producido, expresado en **calorías**.

R: la resistencia del hilo conductor, en **ohmios**.

I: la intensidad que circula por el hilo conductor, en **amperios**.

t: el tiempo durante el cual está circulando la electricidad, en **segundos**.

A partir de este momento, siempre que hablemos de efecto Joule pensaremos en calor.

A mayor potencia de consumo, mayor será la intensidad que pasa por el hilo conductor. Además, el calor liberado es proporcional al cuadrado de la intensidad. De estas dos afirmaciones se puede deducir que si por un hilo conductor pasa mayor intensidad de la que puede soportar, se puede llegar a fundir el recubrimiento aislante de los cables y producirse un cortocircuito. Así, siempre se debe colocar un cable con el grosor necesario, en función de la potencia del consumo al que queremos alimentar.

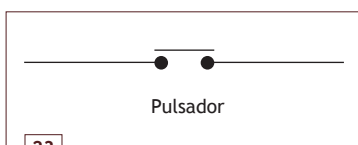
11 >> Componentes eléctricos de los circuitos

En un circuito eléctrico nos encontraremos con distintos componentes que iremos estudiando en diferentes apartados. Ahora estudiaremos el **interruptor**, el **fusible**, el **condensador** y las **resistencias**.

11.1 > Interruptor

El **interruptor** permite poner en funcionamiento o apagar un circuito.

Un caso particular de interruptor es el pulsador, que se diferencia del interruptor porque solo permite el paso de electricidad mientras lo estamos activando. Por ejemplo, el timbre de nuestras casas. Su representación en los circuitos eléctricos se muestra en la figura 23.



23

Símbolo de un pulsador.

11.2 > El fusible

El **fusible** es un componente del circuito que limita la máxima intensidad que puede pasar por él.

Como hemos visto en el anterior epígrafe, el calor producido en un hilo conductor puede llegar a derretir el aislante eléctrico y producir un cortocircuito.

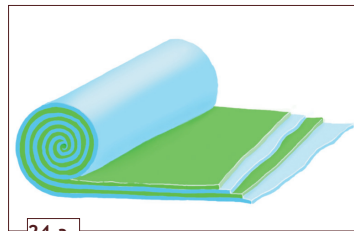
Para prevenir estos problemas, se dota al circuito de un fusible. Como el fusible está formado por un pequeño hilo conductor de un material con punto de fusión inferior al cobre, cuando pasa por él una intensidad superior a la prevista, se derrite y se rompe su filamento, interrumpiendo el paso de electricidad hacia los dispositivos eléctricos protegiéndolos.

Existen fusibles de diferentes tipos y colores, siendo el color indicativo de los amperios que debe evitar superar la instalación.

11.3 > El condensador

Un **condensador** es un componente eléctrico que, sometido a una diferencia de potencial, adquiere una determinada carga (**fase de carga**).

Cuando dicha diferencia de potencial desaparece, y siempre que sus extremos tengan continuidad, el condensador se va descargando devolviendo la electricidad que ha almacenado (**fase de descarga**). La carga y descarga de un condensador es prácticamente instantánea.

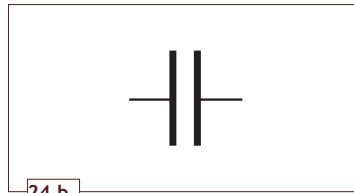


24.a.

Partes de un condensador.

Un condensador está formado por dos placas de material conductor separadas entre sí por material dieléctrico que actúa como aislante (figura 24.a).

Esta composición interna determina el símbolo empleado para representarlo en los circuitos (figura 24.b).



24.b.

Símbolo de un condensador.

La característica fundamental de un condensador es la **capacidad** (C), magnitud que nos indica la cantidad de electricidad que es capaz de almacenar este componente.

La capacidad de un condensador depende de estas variables:

- La superficie de las placas.
- El tipo de material dieléctrico que contenga.
- La distancia entre las dos placas conductoras.

La unidad en que medimos la capacidad es el **faradio (F)**, que es una magnitud bastante grande, por lo que lo habitual es trabajar con submúltiplos como el microfaradio μF ($1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$), el nanofaradio nF ($1 \text{ nF} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ F}$) y el picofaradio pF ($1 \text{ pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$).

11.4 > Resistencias fijas y variables

Todos los consumos de un circuito, al igual que los hilos conductores, presentan resistencia al paso de la corriente eléctrica. En este apartado se estudian unos componentes específicos denominados **resistencias** que, colocados en un circuito, tienen por misión modificar las características eléctricas (V e I) del mismo.

Faradio

Un faradio es la capacidad de un condensador que tiene una carga de un culombio cuando se le conecta a un voltio.

Colocación transversal y longitudinal

Un objeto está colocado transversalmente respecto de otro cuando está colocado de forma perpendicular a la dimensión más larga del segundo.

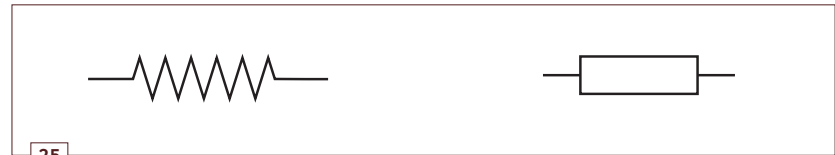
Un objeto está colocado longitudinalmente respecto de otro cuando está colocado paralelo a la dimensión más larga del segundo.

Las resistencias se clasifican en **fijas y variables**.

Resistencias fijas

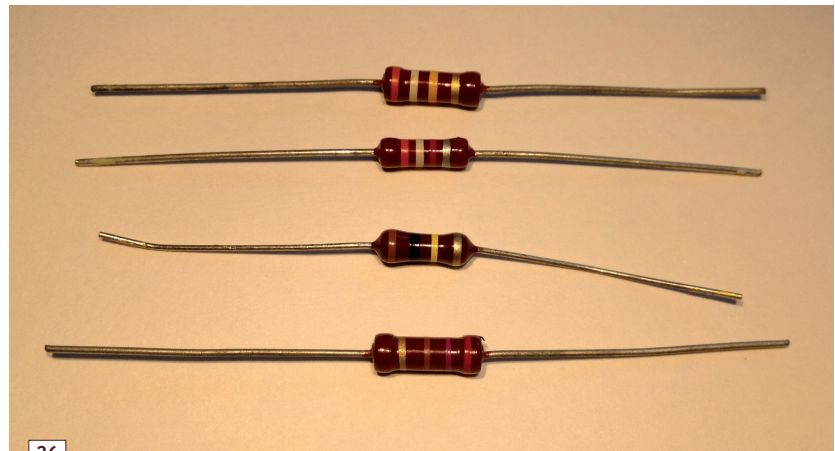
A pesar de su nombre, en este tipo de resistencias su valor en óhmios aumenta sensiblemente con la temperatura, hasta que alcanzan la temperatura de funcionamiento (esta variación es debida al efecto Joule). A partir de este momento, su valor se mantiene estable.

Su representación en los circuitos eléctricos se muestra en la figura 25.



25 Distintos símbolos de una resistencia fija.

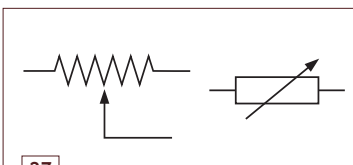
Este tipo de resistencias están fabricadas con material cerámico, tienen forma cilíndrica y van identificadas mediante un código de colores expresado en 3 ó 4 líneas transversales que indican su valor resistivo.



26 Resistencias.

Reostatos

Podemos encontrar este tipo de resistencias en el mando de los coches del Scalextric.



27 Distintas maneras de representar un potenciómetro o un reostato.

Resistencias variables

Existen distintos tipos de resistencias variables en función de cuál sea la magnitud que las haga variar.

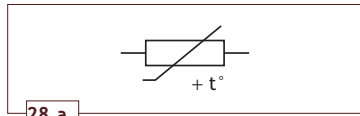
Este tipo de resistencias se clasifican en cuatro tipos:

– **Potenciómetros y reostatos** (figura 27). Son dispositivos con un cursor móvil que se usa para regular el valor de la resistencia.

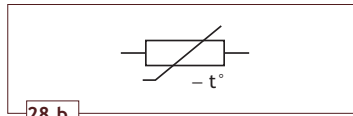
Están constituidos por un conductor con una entrada fija en un extremo, mientras que la salida del otro extremo puede variar de posición, para oponer mayor o menor resistencia al circuito en el que se encuentran.

La diferencia entre ambos es que el reostato permite mayores intensidades de paso, por lo que se puede conectar en serie, mientras que el potenciómetro, al no admitir intensidades de paso altas, se debe conectar en paralelo.

- **PTC y NTC.** Son resistencias cuyo valor depende de la temperatura a la que se encuentran, es decir, varían en función de la temperatura exterior.
 - **PTC,** Coeficiente de temperatura positivo (del inglés, *Positive Temperature Coefficient*). Al aumentar la temperatura, aumenta el valor de su resistencia y, por la ley de Ohm, disminuye la intensidad que circula por ellas (figura 28.a).
 - **NTC,** Coeficiente de temperatura negativo (del inglés, *Negative Temperature Coefficient*). Al aumentar la temperatura, disminuye el valor de su resistencia y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas (figura 28.b).

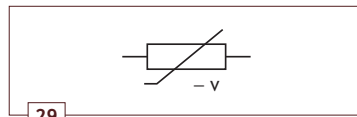


28.a. PTC. Símbolo eléctrico.



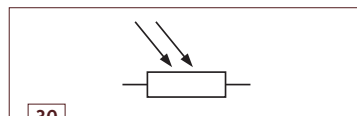
28.b. NTC. Símbolo eléctrico.

- **VDR,** Resistor dependiente de voltaje. (del inglés, *Voltage Dependent Resistor*). Se trata de resistencias cuyo valor depende del voltaje al que estén sometidas, es decir, varían con la diferencia de potencial entre sus extremos. Al aumentar la tensión, disminuye su valor resistivo y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas (figura 29).



29. VDR. Símbolo eléctrico.

- **LDR,** Resistencias dependientes de la luz (del inglés, *Light Dependent Resistor*). Son resistencias cuyo valor depende de la luz que incide sobre ellas. Al aumentar la luz que reciben, disminuye su resistencia y, por la ley de Ohm, aumenta la intensidad que circula por ellas (figura 30).



30. LDR. Símbolo eléctrico.

Actividades

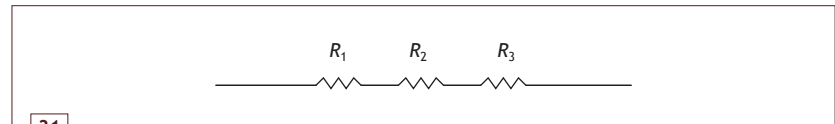
- 24•• ¿Cómo se designa a las resistencias cuyo valor varía en función de la temperatura a la que se encuentran? ¿Y a las que varían en función del voltaje a que están sometidas?
- 25•• ¿Qué es lo que tenemos que mirar para conocer el valor de una resistencia?
- 26•• Cuando ponemos una resistencia en un circuito, ¿qué magnitudes quedan alteradas?
- 27•• ¿De qué variable depende una resistencia VDR? ¿Y una NTC?
- 28•• Cuando en un circuito aumenta la resistencia, ¿qué ocurre con su intensidad?

12 >> Agrupación de resistencias en serie, en paralelo y mixtas

En los circuitos eléctricos suele haber más de una resistencia alimentada con el mismo voltaje.

Cuando tenemos más de una resistencia en un circuito eléctrico, las podemos conectar de dos formas distintas, en serie y en paralelo.

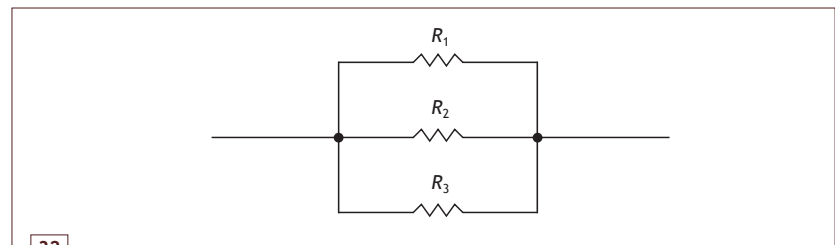
Las resistencias están conectadas **en serie** cuando están situadas una a continuación de la otra, según muestra la figura 31.



31

Conjunto de tres resistencias en serie.

Las resistencias están conectadas **en paralelo** cuando están unidas por sus dos extremos, como se observa en la figura 32.



32

Conjunto de tres resistencias en paralelo.

Equivalencia

Cuando nos encontramos con el símbolo \equiv , significa que el circuito que se encuentra a su izquierda es equivalente al circuito que se encuentra a su derecha.

12.1 > Resistencia equivalente

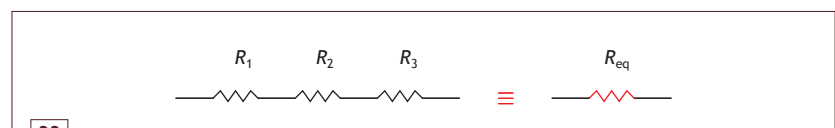
Un conjunto de resistencias alimentadas por una misma fuente de tensión se puede sustituir por una resistencia única que hace el mismo efecto, llamada **resistencia equivalente**.

Para calcular la resistencia equivalente hay que tener en cuenta si se trata de una agrupación de resistencias en serie o en paralelo.

Resistencia equivalente a un conjunto de resistencias en serie

En el caso de un conjunto de resistencias en serie, R_1 , R_2 y R_3 , como el de la figura 33, la resistencia equivalente, R_{eq} , es igual a la suma de las resistencias.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



33

Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en serie.

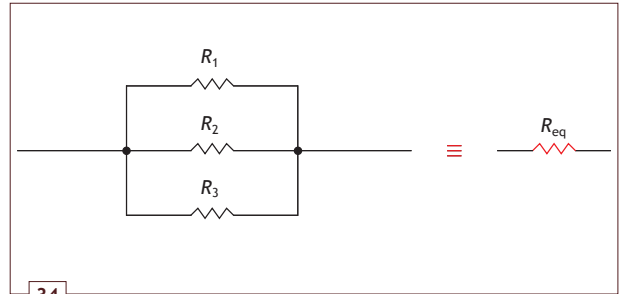
Resistencia equivalente a un conjunto de resistencias en paralelo

En el caso de que un conjunto de resistencias, R_1 , R_2 y R_3 , estén dispuestas en paralelo, la inversa de la resistencia equivalente, R_{eq} , es igual a la suma de las inversas de las resistencias:

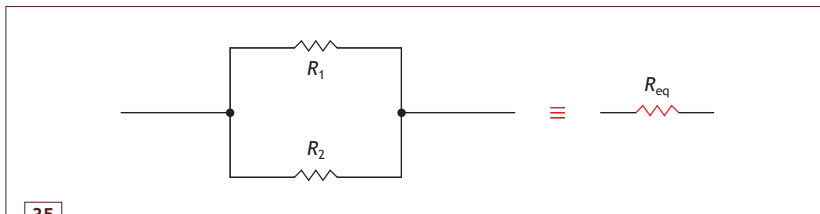
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

En aquellos casos en los que únicamente sean dos las resistencias que estén en paralelo la anterior fórmula se transforma y se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



Resistencia equivalente de un conjunto de resistencias en paralelo.



Resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo.

Casos prácticos

3

¿Qué diferencia existe entre conectar dos resistencias en serie o hacerlo en paralelo?

Dadas dos resistencias de 6Ω cada una:

- a) Calcula la resistencia equivalente a estas dos resistencias si se disponen en serie.
- b) Calcula la resistencia equivalente a estas dos resistencias si se disponen en paralelo.

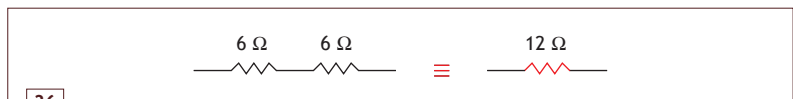
Solución

a) Si las dos resistencias están dispuestas en serie, como muestra la figura 36, la resistencia equivalente a ambas será:

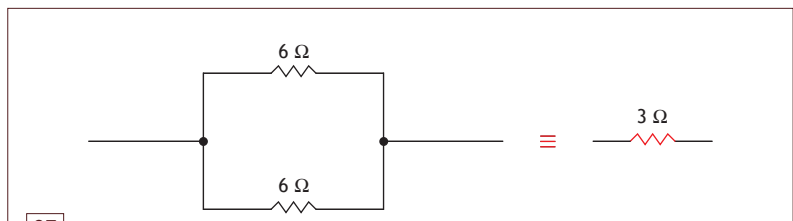
$$R_{eq} = 6 \Omega + 6 \Omega = 12 \Omega$$

b) Si las dos resistencias están dispuestas en paralelo, como muestra la figura 37, la resistencia equivalente a ambas será:

$$R_{eq} = \frac{6 \Omega \cdot 6 \Omega}{6 \Omega + 6 \Omega} = \frac{36}{12} = 3 \Omega$$



Resistencia equivalente a dos resistencias en serie.



Resistencia equivalente a dos resistencias en paralelo.

12.2 > Cálculo de resistencias equivalentes

Caso particular

El valor de la **resistencia equivalente** de **dos resistencias iguales** conectadas **en serie** es **igual al doble** de cada una de ellas. Y el valor de la resistencia equivalente de **dos resistencias iguales** conectadas **en paralelo** es **igual a la mitad** de su valor.

En el apartado anterior, en el que se ha calculado la resistencia equivalente a dos resistencias del mismo valor, conectadas primero en serie y después en paralelo, hemos visto que la resistencia equivalente en ambos casos es totalmente distinta.

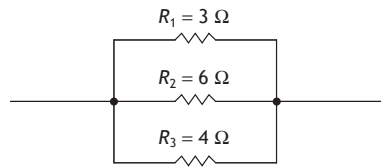
En el caso de que las resistencias se dispongan en serie, el valor de la resistencia equivalente es mayor, mientras que si se disponen en paralelo, el valor es menor.

Casos prácticos

4

Dos maneras distintas de efectuar el cálculo de resistencias en paralelo

Calcula la resistencia equivalente del circuito de la figura, formado por tres resistencias dispuestas en paralelo de $3\ \Omega$, $6\ \Omega$ y $4\ \Omega$.



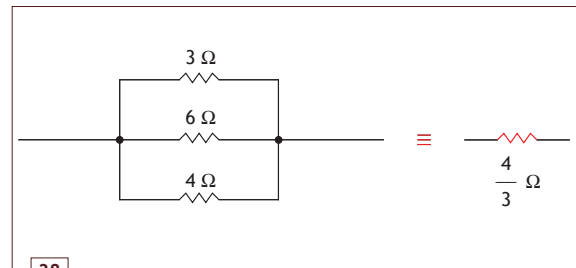
Solución

Se puede calcular la resistencia equivalente de dos maneras distintas:

La primera de ellas es aplicando la fórmula general a las tres resistencias, como hemos visto hasta el momento.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{4}{12} + \frac{2}{12} + \frac{3}{12} = \frac{9}{12}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{9}{12} \Rightarrow R_{eq} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}\ \Omega$$



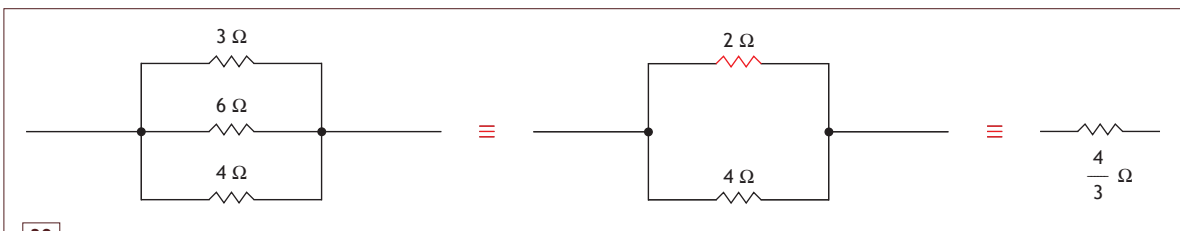
Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo.

La segunda forma de calcular la resistencia equivalente es haciendo el cálculo en dos pasos; primero operamos con dos resistencias y, después, se opera con el valor de la tercera resistencia y la resultante de las anteriores. Haciéndolo de esta segunda forma podemos utilizar la fórmula sencilla, que hemos visto previamente.

Resolución con la fórmula simplificada:

$$R_{1,2} = \frac{3\ \Omega \cdot 6\ \Omega}{3\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$$

$$R_{1,2,3} = \frac{2\ \Omega \cdot 4\ \Omega}{2\ \Omega + 4\ \Omega} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}\ \Omega$$



Resistencia equivalente de tres resistencias en paralelo. Fórmula simplificada.

12.3 > Agrupación mixta de resistencias

Una **agrupación mixta de resistencias** es un conjunto de resistencias en el que algunas están conectadas en serie y otras en paralelo.

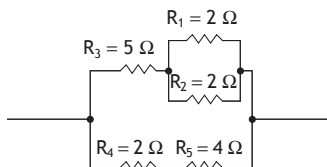
El cálculo de la resistencia equivalente al conjunto de resistencias de agrupación mixta se hace por partes, calculando en cada paso la resistencia equivalente a aquellas resistencias que, entre ellas, están unidas en serie o en paralelo.

Casos prácticos

5

Cálculo de la resistencia equivalente a un circuito mixto de resistencias

Calcula la resistencia equivalente de este circuito mixto de resistencias en serie y en paralelo.



Solución

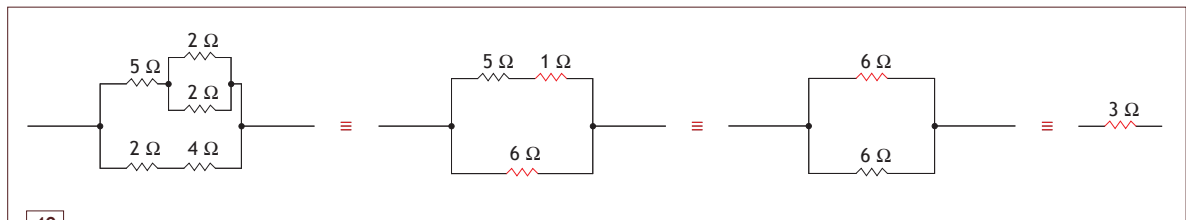
Vamos a calcular las resistencias por partes, del siguiente modo:

$$R_{eq} = \frac{2 \Omega \cdot 2 \Omega}{2 \Omega + 2 \Omega} = \frac{4}{4} = 1 \Omega$$

$$R_{eq} = 5 \Omega + 1 \Omega = 6 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{6 \Omega \cdot 6 \Omega}{6 \Omega + 6 \Omega} = \frac{36}{12} = 3 \Omega$$

$$R_{eq} = 2 \Omega + 4 \Omega = 6 \Omega$$

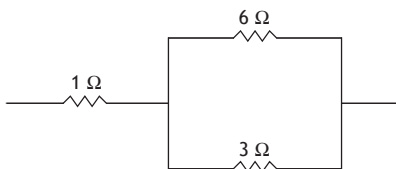


Circuito mixto de resistencias en serie y en paralelo.

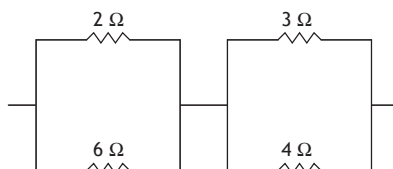
Actividades

29.. Calcula el valor de la resistencia equivalente en los siguientes casos:

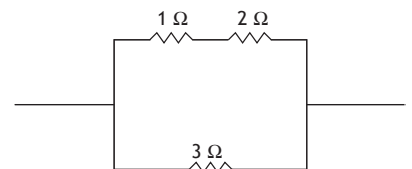
a)



b)



c)



13 >> Resolución de circuitos eléctricos con agrupación de resistencias

Antes de iniciar la resolución de circuitos con más de una resistencia, haremos una práctica que nos permitirá observar cómo afectan las diferentes conexiones en serie y en paralelo entre resistencias cuando están sometidas a una tensión.

Técnica

3

El árbol de Navidad

El objetivo de esta práctica es observar la diferencia de luz que proyectan dos bombillas al conectarlas en serie y al hacerlo en paralelo.

Así mismo volveremos a practicar con los alicates de engatillar, que nos permiten cortar y pelar los extremos del hilo conductor para, posteriormente, acoplarlos al interruptor y al enchufe.

Desarrollo

Se unen los dos portalámparas entre sí, primero en serie y posteriormente en paralelo, y se conectan al enchufe a través del interruptor.

El profesor colocará las correspondientes bombillas y probará el conjunto tras revisar todo el circuito.

Se observa la luz que proyectan las bombillas cuando están conectadas entre sí en serie y cuando lo están en paralelo (figuras 41.a y 41.b).

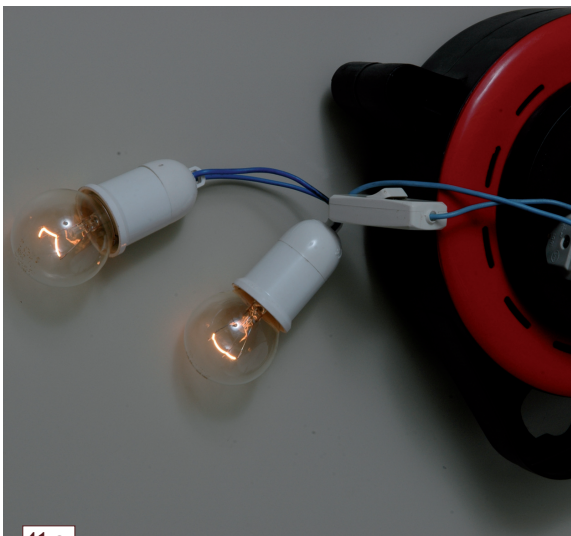
A continuación, observaremos qué pasa cuando quitamos una de las dos bombillas en el acoplamiento en serie y en el acoplamiento en paralelo.

Podemos repetir la experiencia, pero ahora con tres portalámparas y tres bombillas conectadas primero en serie y después en paralelo.

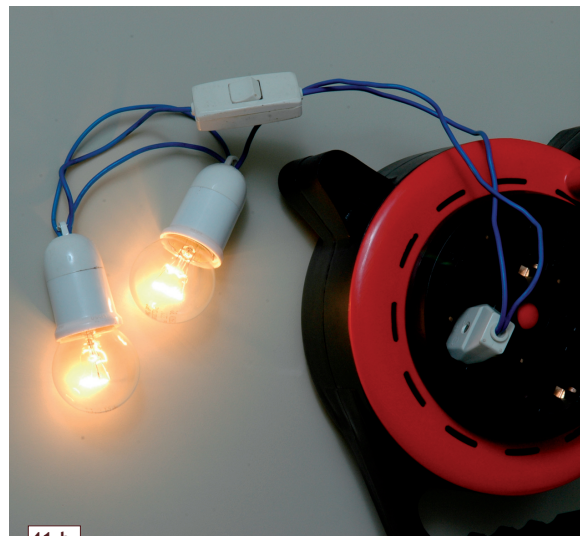
Observamos una vez más la diferencia de luz que emiten las bombillas en ambos casos.

Materiales

- 3 portalámparas
- 1 interruptor
- 1 enchufe
- 1 m de hilo conductor
- 1 alicates de engatillar



41.a.
Bombillas conectadas en serie.



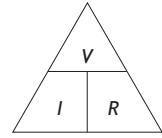
41.b.
Bombillas conectadas en paralelo.

Aplicación de la ley de Ohm

En este apartado vamos a aplicar la ley de Ohm en circuitos con acoplamientos en serie y en paralelo. Así podremos interpretar lo que ha sucedido en la práctica anterior, que es la base del funcionamiento general de la electricidad.

Para resolver estos circuitos, se calcula en primer lugar la resistencia equivalente. Una vez reducido el circuito a uno elemental con una sola resistencia, se aplica la ley de Ohm y, de esta manera, se obtiene la intensidad que sale de la batería.

Después, para conocer las tensiones e intensidades de cada una de las resistencias del circuito, iremos aplicando en cada una de ellas la ley de Ohm.



La ley de Ohm

Aprovechamos para recordar la ley de Ohm. $V = I \cdot R$.

Casos prácticos

6

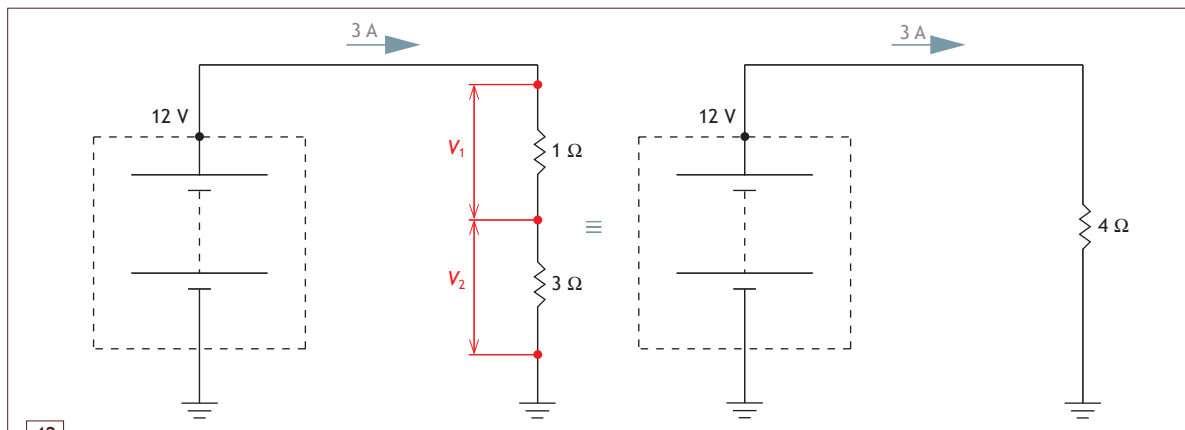
Ley de Ohm en un circuito en serie

Dado un circuito con dos resistencias en serie, una de 1Ω y otra de 3Ω , conectadas a una tensión de 12 V , calcula la intensidad y las tensiones en cada resistencia.

Solución

Primero se calcula la resistencia equivalente al conjunto de las dos resistencias en serie, $R_{eq} = 1 + 3 = 4 \Omega$. Y aplicando la ley de Ohm, se obtiene la intensidad:

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



42

Circuito con dos resistencias en serie.

Después, se calcula el voltaje existente en los extremos de cada resistencia:

$$V = I \cdot R \quad \begin{aligned} V_1 &= 3 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 3 \text{ V} \\ V_2 &= 3 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 9 \text{ V} \\ &\quad \underline{\quad 12 \text{ V} \quad} \end{aligned}$$

Así se comprueba que la suma de caídas de tensión, es igual a la tensión que nos proporciona la batería.

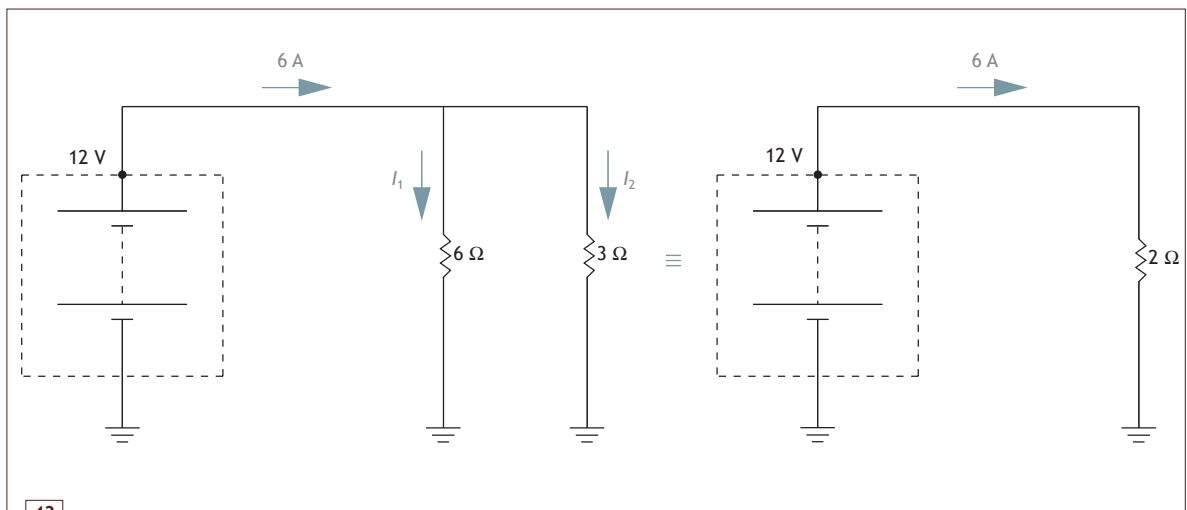
Casos prácticos

Ley de Ohm en un circuito en paralelo

Dado un circuito con dos resistencias en paralelo, una de $6\ \Omega$ y otra de $3\ \Omega$, conectadas a una tensión de $12\ \text{V}$, calcula la intensidad y las tensiones en cada resistencia.

Solución

Con las dos resistencias en paralelo, la tensión en las resistencias es la de la batería, en este caso $12\ \text{V}$, y aplicando la ley de Ohm obtendremos la intensidad de cada una de las resistencias. La intensidad que sale de la batería, la podemos calcular de dos maneras: aplicando la ley de Ohm a partir de la resistencia equivalente o sumando las intensidades que circulan por cada resistencia.



43

Circuito con dos resistencias en paralelo.

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

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

$$\underline{\quad\quad\quad 6\ \text{A}}$$

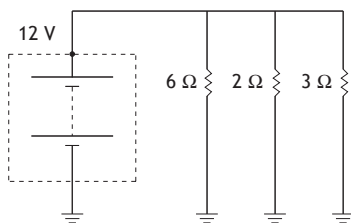
$$R_{\text{eq}} = \frac{6\ \Omega \cdot 3\ \Omega}{6\ \Omega + 3\ \Omega} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ \text{V}}{2\ \Omega} = 6\ \text{A}$$

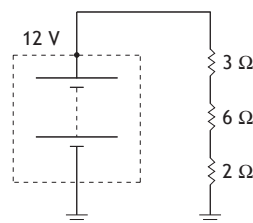
Actividades

30•• Calcula el valor de la intensidad y del voltaje que tienen cada una de las resistencias de las figuras a y b.

a)



b)



13.1 > Caída de tensión en un circuito. Divisor de tensión

● La **caída de tensión** en un circuito es el voltaje que existe entre los extremos de una resistencia.

Siempre que pasa una intensidad a través de una resistencia, se produce en ella una caída de tensión.

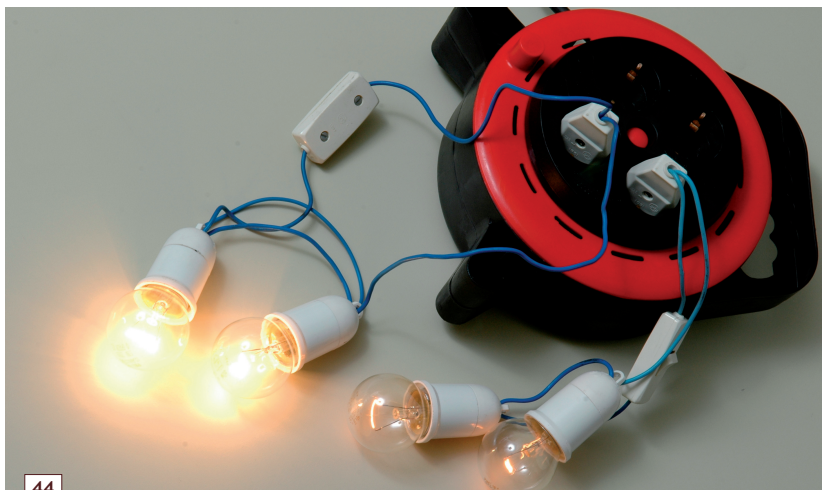
● Denominamos **divisor de tensión** al hecho de colocar una resistencia para provocar una caída de tensión y así disminuir el voltaje que le llega a un consumo.

En el caso práctico “Ley de Ohm en un circuito en serie”, la caída de tensión en la resistencia de $1\ \Omega$ es de $3\ \text{V}$ y en la resistencia de $3\ \Omega$ es de $9\ \text{V}$. Es decir, que se cumple:

- La suma de caídas de tensión de todos los componentes en serie de un circuito es igual a la tensión de la batería: $3\ \text{V} + 9\ \text{V} = 12\ \text{V}$.
- La intensidad que atraviesa un grupo de resistencias en serie es igual para todas ellas e igual a la que sale de la batería: $3\ \text{A}$.

En el caso práctico “Ley de Ohm en un circuito en paralelo”, la intensidad que pasa por la resistencia de $3\ \Omega$ es de $4\ \text{A}$ y la que pasa por la resistencia de $6\ \Omega$ es de $2\ \text{A}$. Por tanto, se cumple:

- La caída de tensión de cada resistencia en paralelo es igual al voltaje de la pila: $12\ \text{V}$.
- La suma de intensidades de un conjunto de resistencias dispuestas en paralelo, es igual a la intensidad que sale de la batería: $2\ \text{A} + 4\ \text{A} = 6\ \text{A}$.



44

Efectos de la caída de tensión.

En la práctica “El árbol de Navidad” hemos conectado 2 bombillas primero en serie y después en paralelo, observando que se cumple:

- En paralelo es igual el voltaje para ambas bombillas, en este caso $220\ \text{V}$.
- En serie se reparte el voltaje, en este caso cada bombilla dispondrá de $110\ \text{V}$, ya que ambas son iguales.

Tributo al César

Cada vez que circula una corriente a través de una resistencia es como si tuviera que pagar un tributo al César. La electricidad va pagando para pasar con voltaje de tal forma que el voltaje que tenía al iniciar su recorrido lo va gastando todo por el camino.

13.2 > Comparación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo

A continuación, vamos a estudiar qué ocurre cuando añadimos más resistencias a un circuito; primero lo veremos en serie y luego en paralelo.

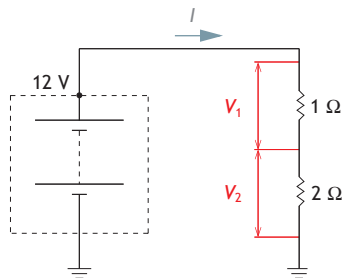
Casos prácticos

8

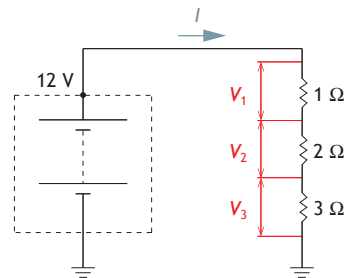
Circuito en serie con dos resistencias y tres resistencias

Calcula la intensidad y la caída de tensión para cada resistencia en los siguientes circuitos:

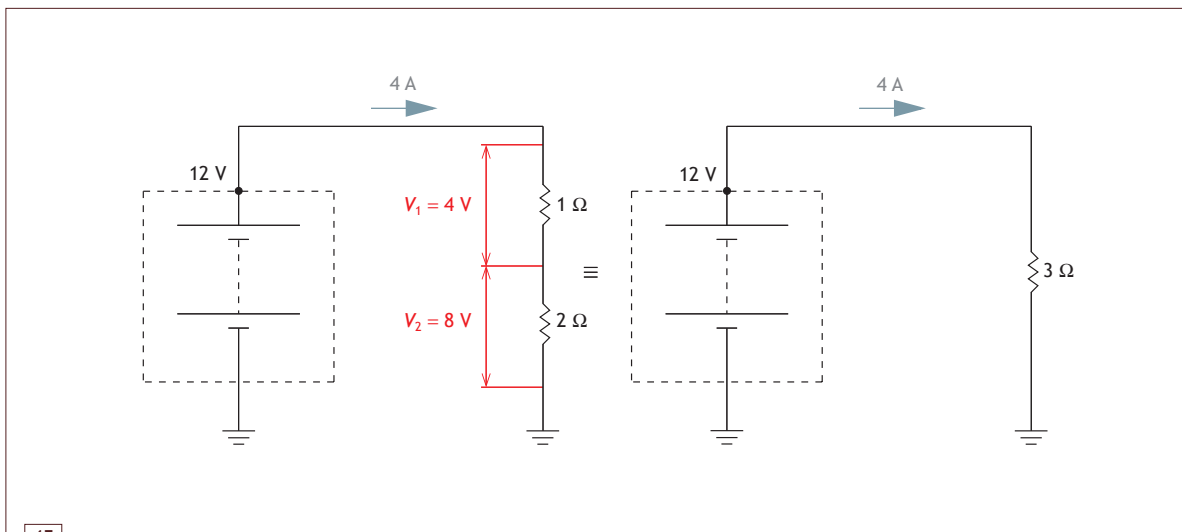
a)



b)



Solución



45

Resolución de un circuito con dos resistencias en serie.

a)

$$R_{\text{eq}} = 1 \Omega + 2 \Omega = 3 \Omega$$

$$V = R \cdot I$$

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

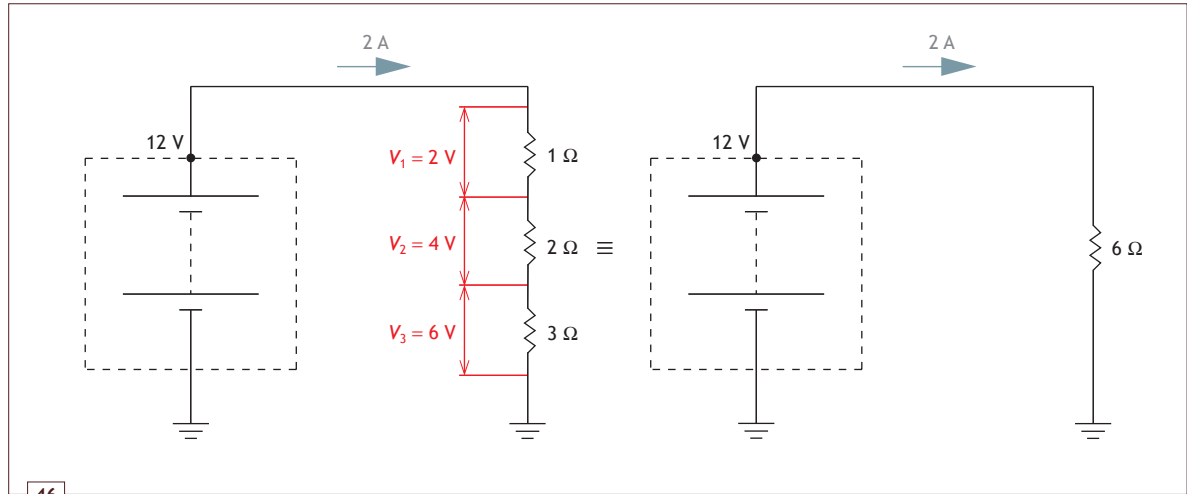
$$V_1 = 1 \Omega \cdot 4 \text{ A} = 4 \text{ V}$$

$$V_2 = 2 \Omega \cdot 4 \text{ A} = 8 \text{ V}$$

$$\underline{12 \text{ V}}$$

8

b)



46

Resolución de un circuito con tres resistencias en serie.

$$R_{\text{eq}} = 1\ \Omega + 2\ \Omega + 3\ \Omega = 6\ \Omega$$

$$V = R \cdot I$$

$$V_1 = 1\ \Omega \cdot 2\ \text{A} = 2\ \text{V}$$

$$V_2 = 2\ \Omega \cdot 2\ \text{A} = 4\ \text{V}$$

$$V_3 = 3\ \Omega \cdot 2\ \text{A} = \frac{6\ \text{V}}{12\ \text{V}}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ \text{V}}{6\ \Omega} = 2\ \text{A}$$

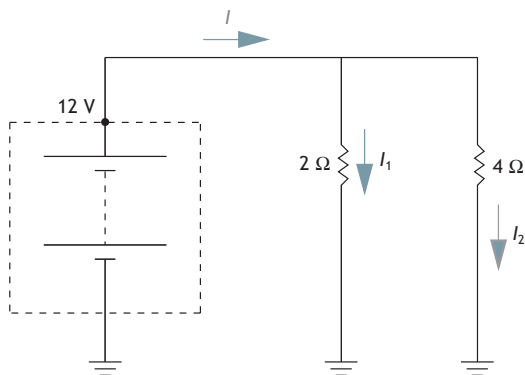
Casos prácticos

9

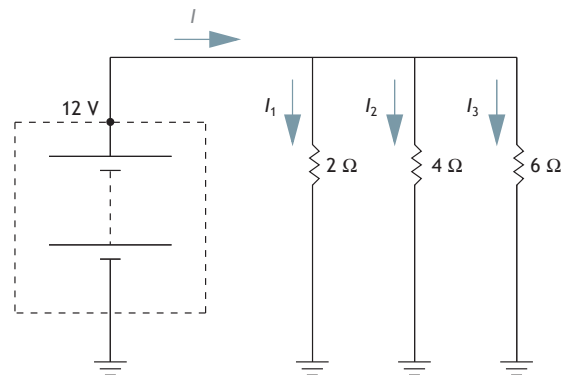
Circuito en paralelo con dos resistencias y tres resistencias

Calcula la intensidad y la caída de tensión para cada resistencia en los siguientes circuitos:

a)



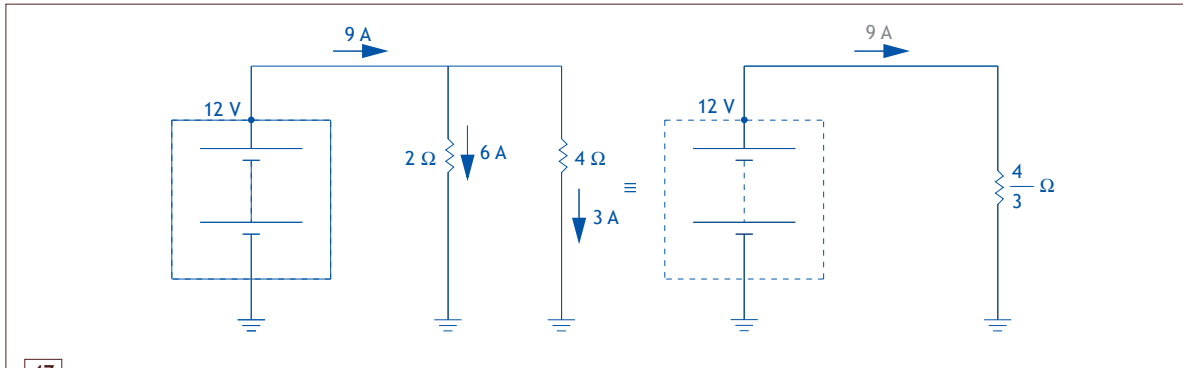
b)



>>

Solución

a)



47

Resolución de un circuito con dos resistencias en paralelo.

Resolución 1:

$$R_{eq} = \frac{2 \Omega \cdot 4 \Omega}{2 \Omega + 4 \Omega} = \frac{8}{6} \Omega = \frac{4}{3} \Omega \quad I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{\frac{4}{3} \Omega} = 9 \text{ A}$$

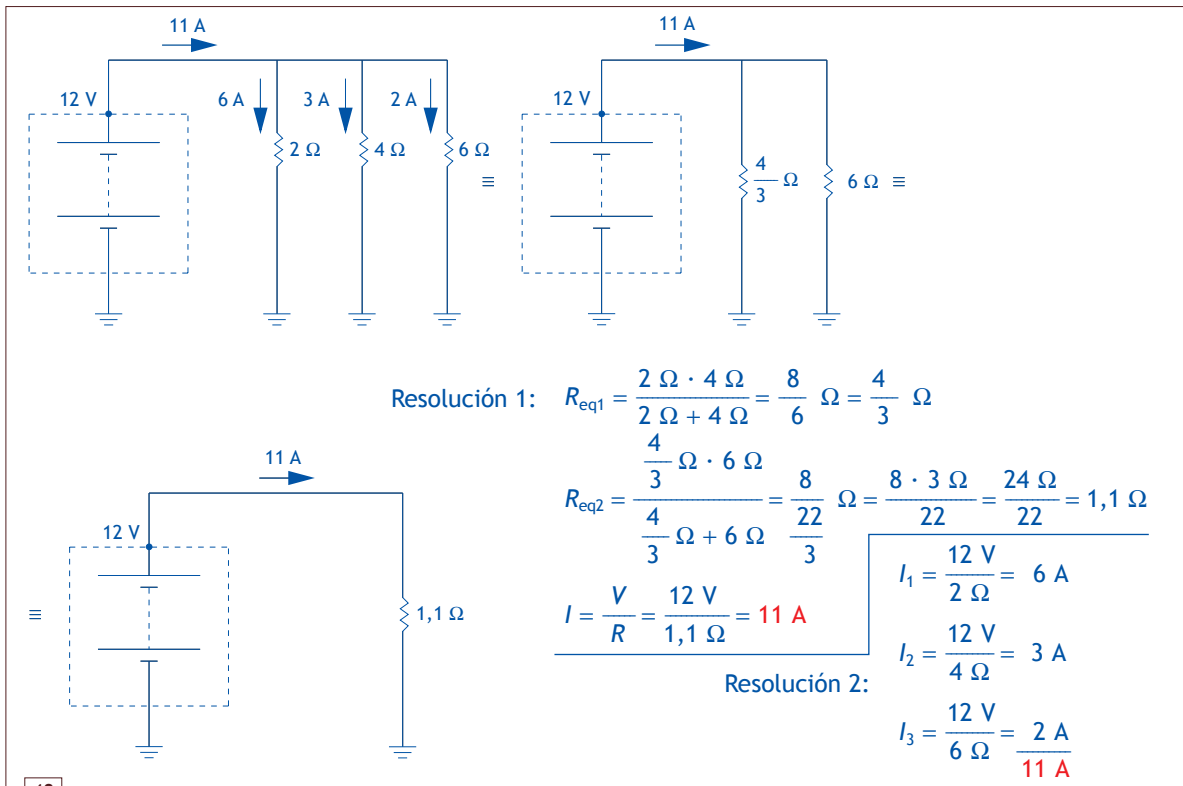
Resolución 2:

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

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

9 A

b)



48

Resolución de un circuito con tres resistencias en paralelo.

Resolución 1:

$$R_{eq1} = \frac{2 \Omega \cdot 4 \Omega}{2 \Omega + 4 \Omega} = \frac{8}{6} \Omega = \frac{4}{3} \Omega$$

$$R_{eq2} = \frac{\frac{4}{3} \Omega \cdot 6 \Omega}{\frac{4}{3} \Omega + 6 \Omega} = \frac{8}{\frac{22}{3}} \Omega = \frac{8 \cdot 3 \Omega}{22} = \frac{24 \Omega}{22} = 1,1 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{1,1 \Omega} = 11 \text{ A}$$

Resolución 2:

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

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

$$I_3 = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$$

11 A

En todos los casos prácticos anteriores, tenemos un voltaje de 12 V en el circuito y lo que hemos modificado ha sido el número de resistencias y el tipo de conexión.

Comparando los resultados podemos afirmar:

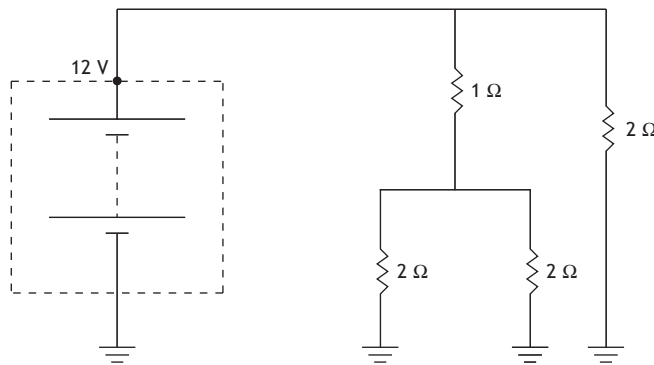
● En los **circuítos en serie**: cuanto mayor es el número de resistencias en serie, menor es la intensidad que sale de la batería y menor es la tensión que corresponde a cada una de ellas.

● En los **circuítos en paralelo**: cuanto mayor es el número de resistencias en paralelo, mayor es la intensidad que sale de la batería, manteniéndose la misma tensión e intensidad para cada una de ellas.

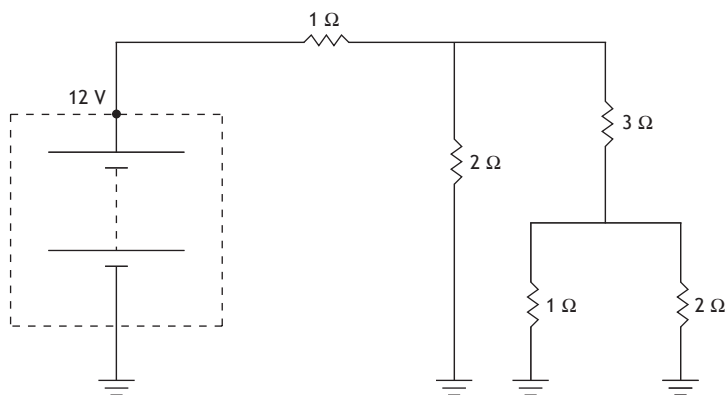
Actividades

31·· Calcula la caída de tensión y la intensidad que tendremos en cada una de las resistencias de los siguientes circuitos.

a)



b)



Actividades finales

1•• ¿Qué tipo de electricidad (alterna o continua) nos proporciona la batería de un automóvil?

2•• ¿Es lo mismo hablar de tensión que de voltaje?

3•• ¿Es lo mismo hablar de diferencia de potencial que de tensión?

4•• ¿Qué unidad es la que utilizamos para medir estas magnitudes?

- | | |
|--------------------|------------------|
| a) La intensidad. | f) La potencia. |
| b) El voltaje. | g) La d.d.p. |
| c) La resistencia. | h) El calor. |
| d) La tensión. | i) La capacidad. |
| e) La f.e.m. | |

5•• ¿Con qué relacionas el efecto Joule?

6•• ¿A qué magnitud corresponden las siguientes unidades?

- | | |
|--------------|--------------|
| a) Ohmios. | d) Vatios. |
| b) Calorías. | e) Voltios. |
| c) Faradios. | f) Amperios. |

7•• Una LDR es una resistencia cuyo valor depende de la luz que recibe. Al aumentar la luz que incide sobre ella, ¿aumenta o disminuye su valor?

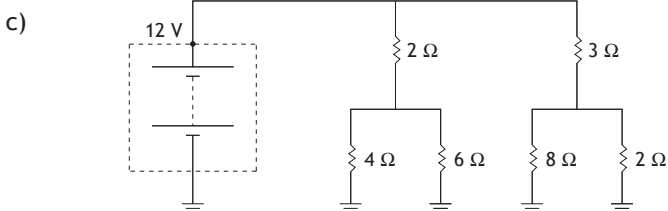
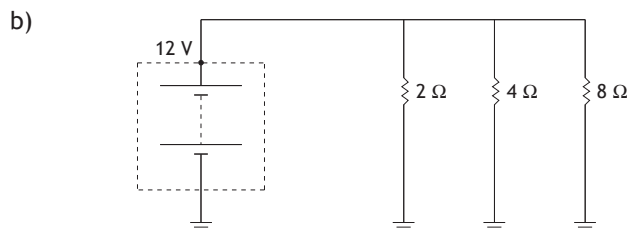
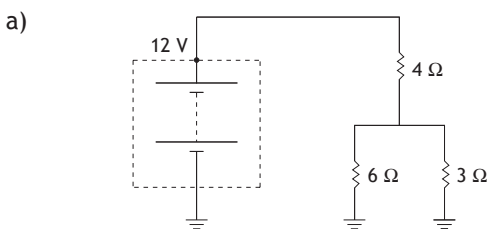
8•• Calcula el voltaje que deberá tener una resistencia de $2\ \Omega$ para que circule por ella una intensidad de $6\ \text{A}$.

9•• Calcula la resistencia de un hilo conductor de cobre ($\rho = 0,0172$) que tiene una longitud de $35\ \text{cm}$ y una sección de $1\ \text{mm}^2$.

10•• Disponemos de una lámpara de $5\ \text{W}$ correspondiente a las luces de posición de un vehículo. Si la tensión de la batería es de $12\ \text{V}$:

- ¿Qué intensidad circulará por la lámpara?
- ¿Cuál será el valor de su resistencia?
- ¿Cuál será el calor desprendido si permanece encendida durante 2 horas?

11•• Calcula, en los siguientes circuitos, las caídas de tensión y las intensidades correspondientes a las distintas resistencias:



Autoevaluación

1. ¿Qué indica el número 30 dentro de la simbología de un circuito?

- a) Positivo directo de batería.
- b) Negativo directo de batería.
- c) Positivo con el encendido conectado.
- d) Negativo con el encendido conectado.

2. ¿Cuál es la magnitud eléctrica que nos indica la diferencia de cargas positivas y negativas entre dos puntos de un circuito?

- a) El voltaje.
- b) La intensidad.
- c) La resistencia.
- d) La frecuencia.

3. ¿Cómo se denominan las resistencias cuyo valor depende de la temperatura a la que se encuentran?

- a) PTC y NTC.
- b) PTA y PTB.
- c) LDR.
- d) VDR.

4. ¿Qué ocurre con la resistencia de un hilo conductor cuando aumenta su grosor?

- a) Nada.
- b) Que aumenta.
- c) Que disminuye.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

5. Dadas dos resistencias en paralelo, de $12\ \Omega$ y $4\ \Omega$, respectivamente, ¿cuál será su resistencia equivalente?

- a) $4\ \Omega$.
- b) $2\ \Omega$.
- c) $3\ \Omega$.
- d) $12\ \Omega$.

6. Una caída de tensión en un circuito es:

- a) La intensidad que existe entre los extremos de una resistencia.
- b) El voltaje que existe en un extremo de una resistencia.
- c) El voltaje que existe entre los extremos de una resistencia.
- d) Las respuestas b y c son correctas.

7. ¿Cuál de los siguientes factores influye en la resistencia que ofrece un hilo conductor al paso de la electricidad?

- a) Del material de que esté hecho el conductor.
- b) De la capacidad de transmitir el calor.
- c) Del aislante que lo recubre.
- d) Las respuestas a y b son correctas.

8. ¿Qué indica el número 15 dentro de la simbología de un circuito?

- a) Positivo directo de batería.
- b) Negativo directo de batería.
- c) Positivo con el encendido conectado.
- d) Positivo con el encendido desconectado.

9. ¿Cómo se denomina la corriente cuando en un extremo del hilo conductor siempre tiene una carga positiva?

- a) Alterna.
- b) Continua.
- c) Discontinua.
- d) Senoidal.

10. Los materiales aislantes son aquellos que:

- a) Dejan pasar la electricidad.
- b) No tienen electrones libres.
- c) Tienen electrones libres.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

11. ¿Qué indican las siglas VDR de una resistencia?

- a) Que su resistencia aumenta al aumentar la temperatura de la misma.
- b) Que su resistencia disminuye al aumentar la temperatura.
- c) Que su resistencia depende de la luz que incide sobre ellas.
- d) Que su resistencia depende del voltaje al que estén sometidas.

12. ¿Cuál será la resistencia equivalente de dos resistencias dispuestas en serie con valor de $8\ \Omega$, cada una de ellas?

- a) $4\ \Omega$.
- b) $8\ \Omega$.
- c) $16\ \Omega$.
- d) $24\ \Omega$.