

Unitat 1

Electricitat bàsica

Preguntes inicials

1.. T'has fixat que tots els aparells elèctrics que t'envolten s'escalfen quan els utilitzes?

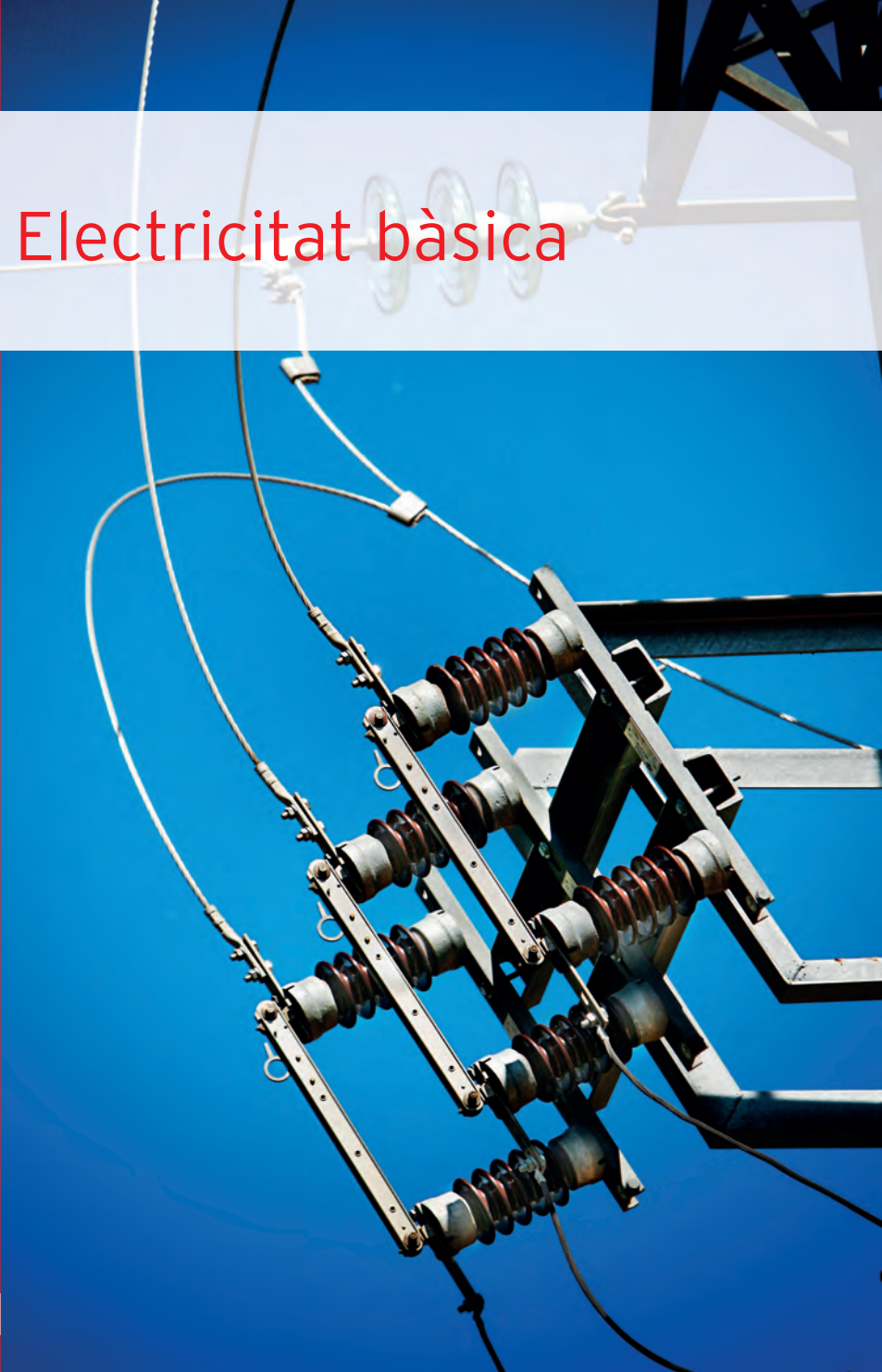
2.. Saps d'on ve la paraula "electricitat"?

3.. Saps per què els cables elèctrics van revestits de plàstic?

4.. Has sentit a parlar de corrent altern i de corrent continu?

En aquesta unitat aprendràs a...

- Representar circuits elèctrics elementals, en sèrie, en paral·lel i mixtos.
- Aplicar la llei d'Ohm en circuits elèctrics.
- Relacionar l'efecte Joule amb la calor.
- Calcular la potència i la intensitat elèctrica.
- Identificar i calcular els diferents tipus de resistències.



Unitat 1

Electricitat bàsica

Preguntes inicials

1.. T'has fixat que tots els aparells elèctrics que t'envolten s'escalfen quan els utilitzes?

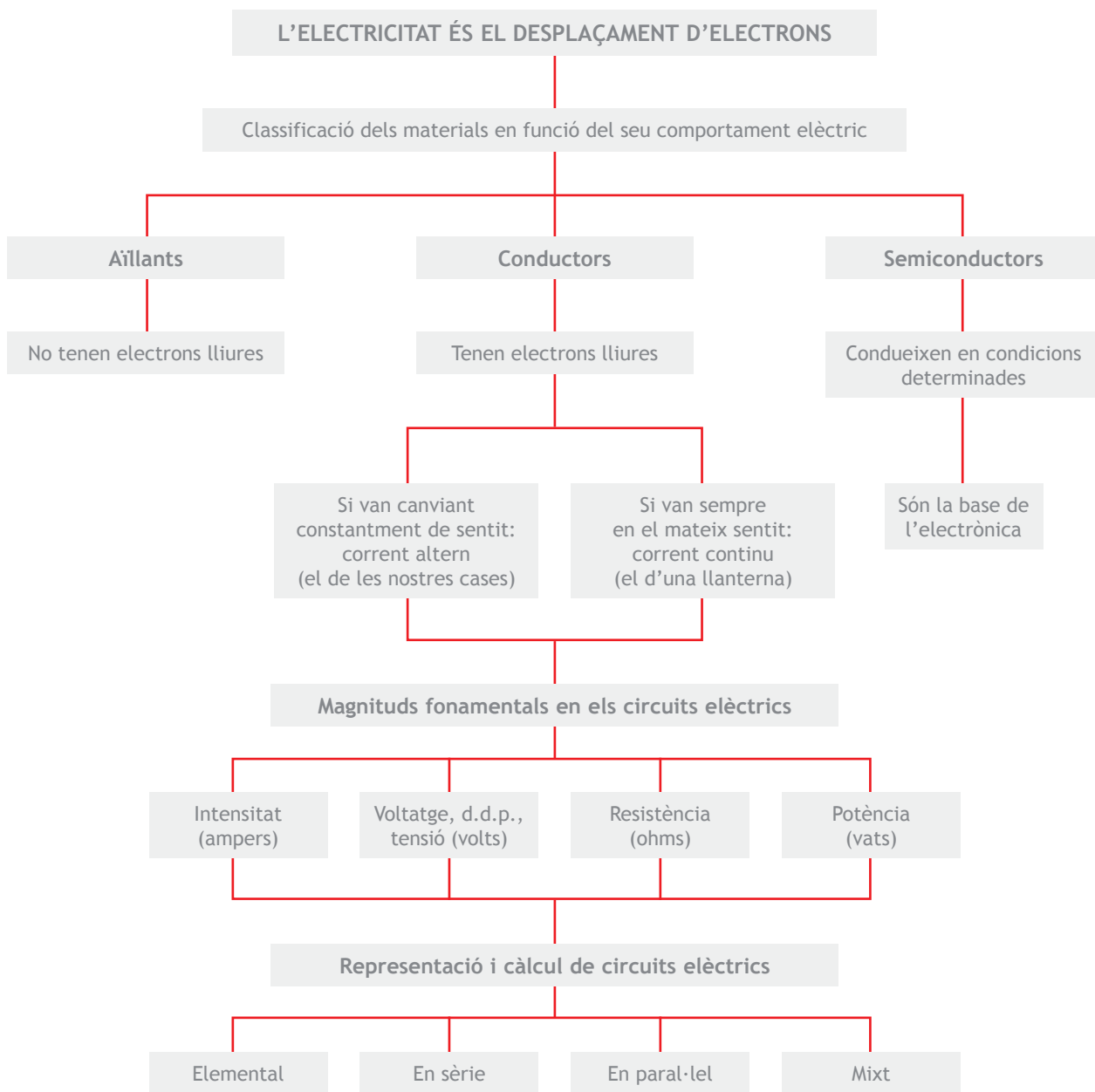
2.. Saps d'on ve la paraula "electricitat"?

3.. Saps per què els cables elèctrics van revestits de plàstic?

4.. Has sentit a parlar de corrent altern i de corrent continu?

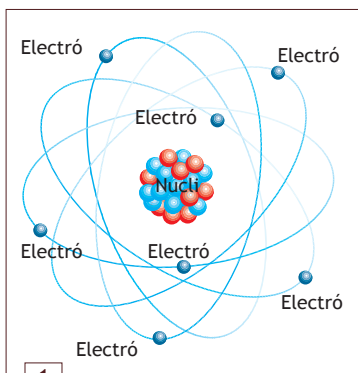
En aquesta unitat aprendràs a...

- Representar circuits elèctrics elementals, en sèrie, en paral·lel i mixtos.
- Aplicar la llei d'Ohm en circuits elèctrics.
- Relacionar l'efecte Joule amb la calor.
- Calcular la potència i la intensitat elèctrica.
- Identificar i calcular els diferents tipus de resistències.



Per al projecte final

- Aprendre que la pintura que recobreix la xapa de l'automòbil és aïllant.
- Comprovar la massa de l'automòbil.
- Aplicar la nomenclatura bàsica utilitzada en els circuits elèctrics de l'automòbil.
- Posar atenció en la lectura de les plaques característiques de l'alternador.



1
Estructura de l'àtom.

1 >> Estructura de l'àtom

Els materials que són bons conductors de l'electricitat són aquells amb àtoms que tenen electrons lliures, per la qual cosa poden saltar fàcilment d'un àtom a un altre de diferent. L'estructura de l'àtom està representada a la figura 1, en què podem apreciar una part central, que denominem nucli, al voltant del qual trobem els electrons en moviment continu.

1.1 > Electricitat. Llei de Coulomb

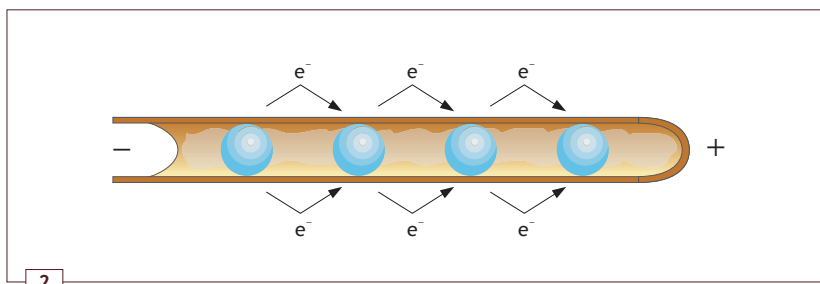
Llei de Coulomb: quan dues càrregues elèctriques estan a prop, sorgeixen forces d'atracció o repulsió, de forma que es compleixen les dues afirmacions següents:

- Les càrregues elèctriques de diferent signe s'atrauen.
- Les càrregues elèctriques del mateix signe es repel·leixen.

Tenint en compte que els electrons tenen càrrega elèctrica negativa i que els materials conductors es caracteritzen per tenir electrons lliures, si es posa una càrrega positiva en un extrem d'un fil conductor, generalment de coure, i una càrrega negativa a l'altre extrem, els electrons lliures del fil de coure seran atrets, pràcticament sense resistència, per la càrrega elèctrica positiva exterior, al mateix temps que seran rebutjats per la càrrega negativa exterior (figura 2).

A partir d'aquest experiment del fil de coure, podem definir què és l'electricitat:

 **L'electricitat, o corrent elèctric,** és el desplaçament d'electrons des d'una càrrega negativa cap a una càrrega positiva exterior.



2
Desplaçament dels electrons cap a la càrrega positiva exterior.

Activitats

1•• Si comparem l'estructura d'un àtom amb el sistema solar, a quina part de l'àtom podrien correspondre els planetes?

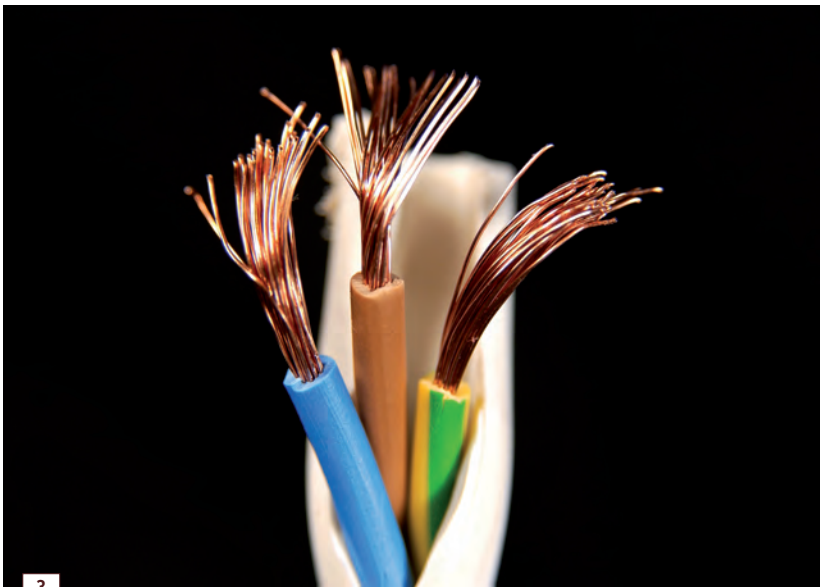
2•• Indica si les següents afirmacions són correctes o incorrectes:

- Els electrons es troben situats a la part exterior de l'àtom i és el seu desplaçament el que produeix l'electricitat.
- Un material conductor és el que no té electrons lliures.
- Els electrons, que tenen càrrega elèctrica positiva, són atrets per una càrrega exterior negativa.

1.2 > Classificació dels materials

Depenent del seu comportament elèctric —és a dir, de la facilitat que els electrons tinguin per desplaçar-s'hi— els materials es classifiquen en **materials conductors**, **materials aïllants** i **materials semiconductors**.

- Els **materials conductors** deixen passar fàcilment l'electricitat. Aquests materials tenen la tendència a cedir electrons (electrons lliures), que seran atrets per càrregues elèctriques exteriors. Per exemple, el coure, l'or, la plata, etc.
- Els **materials aïllants** no deixen passar l'electricitat. Són els elements que no tenen electrons lliures. Per exemple, el plàstic, la fusta, el vidre, etc.
- Els **materials semiconductors** deixen passar l'electricitat en determinades condicions. Aquests materials són la base de l'electrònica i els dedicarem un estudi detallat a la unitat de components electrònics d'aquest llibre. Per exemple, el silici i el germani.



3

Fil conductor.

2 >> El circuit elèctric elemental

En estudiar l'estructura de l'àtom, hem vist que:

- Si col·loquem una càrrega positiva en un extrem del fil conductor, els electrons es desplacen cap a aquest extrem.
- L'electricitat és el desplaçament d'electrons.

A continuació, realitzarem una pràctica que consisteix en el muntatge d'un circuit elèctric.

El circuit elèctric consta de tres elements fonamentals: un **fil conductor de coure** per on circularan els electrons, una **pila** que serà l'encarregada de donar-nos la diferència de càrregues positives i negatives entre els extrems del fil conductor i una **bombeta** que, en passar-hi els electrons, s'il·luminarà.

Coure

El material que s'utilitza generalment per conduir l'electricitat és el coure. Actualment, un fil conductor està format per petits fils de coure recoberts per plàstic, que és el material aïllant.

A la figura 3 es veuen fins fils de coure, que és un material conductor, envoltats de plàstic, que és un material aïllant.



Les piles

Observant amb atenció una pila, podem veure-hi les característiques que ens indica el fabricant:

- En un extrem, hi ha un signe – i, en l'altre, un signe +.
- En una mida menor, el fabricant ens indica que es tracta d'una pila d'1,5 V.

Tècnica

1

El circuit elèctric elemental

L'objectiu d'aquesta pràctica és comprendre els fonaments de l'electricitat, observant fenòmens que ens són familiars.

A continuació, dissenyarem el circuit més senzill possible.

Desenvolupament

Començarem prenent el fil conductor i traient el plàstic aïllant dels seus extrems. Per fer-ho, utilitzarem unes alicates d'engatillar. Les alicates d'engatillar tenen diferents funcions, tal com veurem (figura 4).

Es talla el fil conductor per la meitat amb les alicates d'engatillar. Per fer-ho, obrirem les alicates, amb la qual cosa quedaran uns orificis rodons. Col·locarem el cable dins de l'orifici de diàmetre adequat i tancarem les alicates partint el cable (figura 5).

Amb les alicates tancades, s'aprecien altres orificis, també rodons. En posar un dels extrems del cable dins i estirar-lo, es talla i se separa el plàstic aïllant (figures 6 i 7).

Un cop ja hem tret el plàstic aïllant dels extrems dels dos trossos de cable, realitzarem les connexions. Per començar, connectarem un extrem de cada cable a cada un dels contactes de la pila. A continuació, connectarem els extrems solts dels dos cables a cada un dels terminals del portalàmpades. Aleshores, la bombeta s'il·luminarà. Això es deu al fet que els electrons estan circulant a través del fil conductor.

Deixarem el material sense desmuntar, per a la pràctica següent.

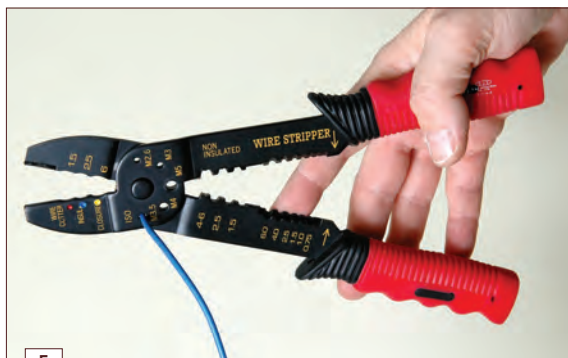
Materials

- 1 pila d'1,5 V
- 1 fil conductor de 40 cm
- 1 làmpada d'1,5 V
- 1 portalàmpades
- 1 alicates d'engatillar



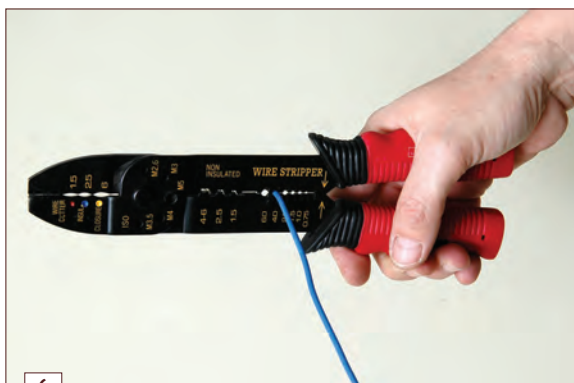
4

Alicates d'engatillar.



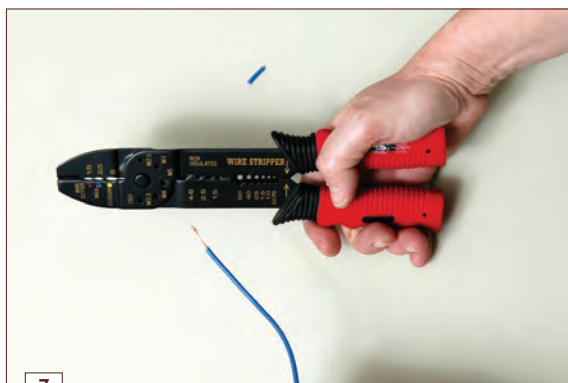
5

Tallem el cable.



6

Col·loquem el cable a les alicates d'engatillar.

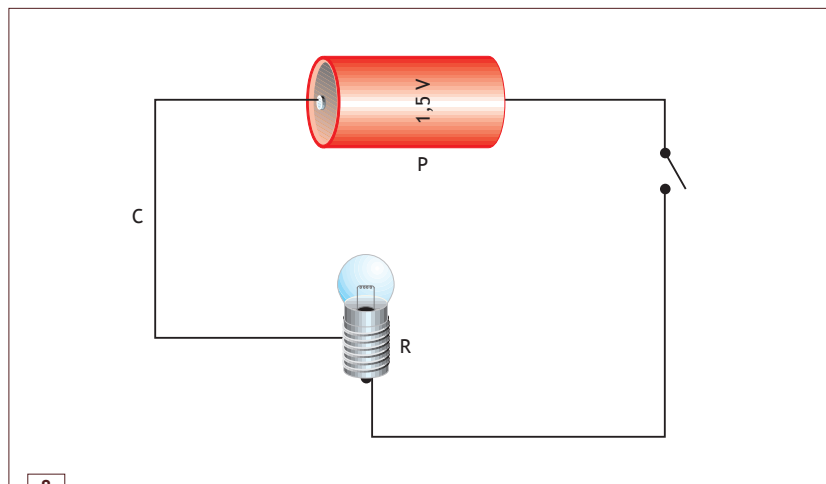


7

Estirem per treure el plàstic.

El que acabem de muntar en aquesta pràctica és un circuit elèctric elemental. Si no disposéssim d'un consum, en aquest cas la bombeta, els electrons anirien d'un costat a l'altre del fil conductor, s'igualarien les càrregues elèctriques dels dos extrems i la pila s'esgotaria.

A continuació, ho representarem elèctricament:



8

Circuit elèctric amb components reals.

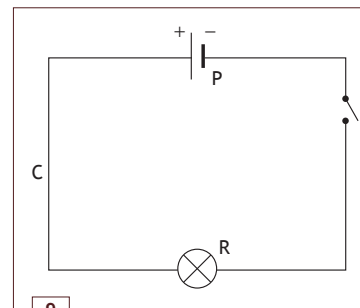
En el circuit anterior (figura 8), podem identificar la pila (P), el fil conductor (C) i la làmpada (R).

Tot i això, en els circuits elèctrics no apareixen els elements representats tal com són en realitat, sinó que són substituïts per uns símbols normalitzats. D'aquesta forma, el circuit elèctric elemental de l'exemple anterior queda representat tal com es mostra a la figura 9.

Comparant els dos circuits de les figures 9 i 10, observem:

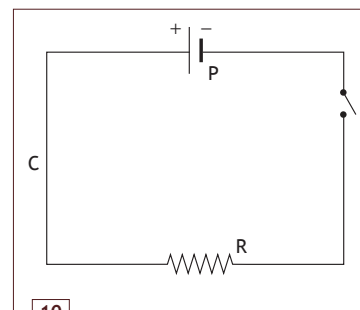
- La pila ha estat substituïda per $\left(\begin{array}{c} + \\ | \\ - \end{array} \right)$, estant representat l'extrem + de la pila pel traç llarg i l'extrem – de la pila pel traç curt.
- La làmpada es representa per $\left(\begin{array}{c} \text{---} \otimes \text{---} \end{array} \right)$.

Quan, en comptes de tenir connectada una bombeta al circuit tenim qualsevol consum, ho representarem com es mostra a la figura 10.



9

Circuit elèctric amb símbols.



10

Circuit elèctric elemental.

Activitats

3•• Observar detingudament una bombeta de filament per descobrir on van connectats els seus dos extrems. A continuació, cal observar el portalàmpades de la bombeta anterior per veure per on fa contacte amb els extrems del filament de la bombeta.

4•• Dibuixa els símbols que utilitzem en un circuit elèctric per representar:

- Una pila.
- Una bombeta.
- Qualsevol altre consum que puguem tenir en un circuit.

3 >> Tipus de corrent

El corrent pot ser **altern** o **continu**. El corrent continu és aquell en què un extrem del fil conductor sempre té una càrrega positiva, mentre que el corrent altern és aquell en què, en els extrems del fil conductor, van canviant les càrregues elèctriques exteriors en intervals petitíssims de temps. El que tenim a les nostres cases és corrent altern. El que hi ha a les piles i bateries és corrent continu.

4 >> Magnituds elèctriques

Les magnituds fonamentals que podem definir en un circuit elèctric són el voltatge, la intensitat i la resistència.

4.1 > Voltatge (V)



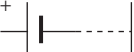
El **voltatge** és la magnitud que s'encarrega de mantenir la diferència de càrregues positives i negatives entre dos punts diferents d'un circuit determinat.

Quan dos punts, entre els quals existeix una diferència de càrregues, s'uneixen amb un mitjà conductor, es produeix un moviment d'electrons des del punt amb major càrrega negativa al punt amb càrrega positiva. Aquest corrent cessa quan tots dos punts igualen les seves càrregues o quan s'interromp el circuit.

La unitat que mesura el voltatge en el Sistema Internacional és el **volt (V)**, encara que també s'utilitza el mV (mil·livolt). El voltatge també es denomina tensió, diferència de potencial (d.d.p.) i, en alguns casos, força electromotriu (f.e.m.).

Se simbolitza amb:

– , quan fem referència a una pila.

– , quan fem referència a una bateria.

4.2 > Intensitat (I)



La **intensitat** és la quantitat d'electrons que es desplacen per segon a través del fil conductor.

La intensitat d'un circuit elèctric es representa per una fletxa paral·lela al fil conductor i, al damunt seu, s'hi afegeix la lletra **I**. Cal tenir en compte que la seva unitat de mesura és l'**amper (A)**, encara que també utilitzarem el mil·liamper mA.

Com que la càrrega d'un electró representa una unitat extraordinàriament petita, s'utilitza com a unitat bàsica de càrrega el **coulomb**, que equival a:

$$1 \text{ coulomb} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ electrons}$$

Múltiples i submúltiples

$$1 \text{ A} = 1.000 \text{ mA}$$

de la mateixa manera que

$$1 \text{ m} = 1.000 \text{ mm}$$

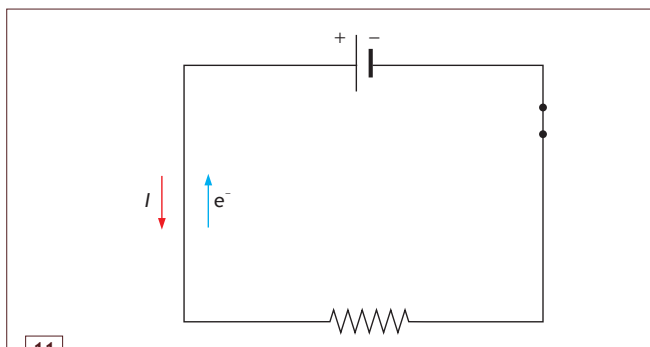
Així doncs:

$$\text{Intensitat} = \text{Càrrega elèctrica} / \text{Temps} \Rightarrow 1 \text{ amper} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Segon}}$$

Com hem vist, l'electricitat és el desplaçament d'electrons (–) cap a l'extrem positiu d'un conductor. La figura 11 mostra com quedaria representat això en un circuit elèctric.

Tot i això, per conveni, es considera que el sentit de la intensitat del corrent és contrari al desplaçament dels electrons, per la qual cosa la intensitat es representa anant de l'extrem positiu a l'extrem negatiu del conductor (figura 11).

A partir d'aquest moment, només es fa referència al desplaçament d'electrons per a explicacions concretes. Per a tota la resta, es treballa amb la intensitat, que s'ha de representar a través d'una fletxa que surt de l'extrem positiu cap a l'extrem negatiu del conductor.



11 Sentit dels electrons i de la intensitat en un circuit elèctric.

4.3 > Resistència (R)

La **resistència elèctrica** és la magnitud que mesura la dificultat que oposa un material a ser travessat per un corrent elèctric.

Se simbolitza amb els símbols següents:

—— o amb ——.

Es representa per la lletra **R**, essent la seva unitat l'**ohm** (Ω). Encara que també s'utilitza el quiloohm ($k\Omega$).

Magnituds i unitats

- El símbol del voltatge és **V** i la seva unitat, el volt (V).
- El símbol de la intensitat és **I** i la seva unitat, l'amper (A).
- El símbol de la resistència és **R** i la seva unitat, l'ohm (Ω).

Activitats

5•• Posa un exemple d'un aparell elèctric que funcioni amb corrent altern i un altre exemple que funcioni amb corrent continu.

6•• Quins altres termes s'utilitzen per designar la diferència de potencial?

7•• De quina magnitud és unitat el volt? Quina lletra el representa?

8•• De quina magnitud és unitat l'amper? Quina lletra el representa?

9•• De quina magnitud és unitat l'ohm? Quina lletra el representa?

10•• Dibuixa els símbols que s'utilitzen per representar en els circuits: una resistència, una pila, una bateria i una làmpada.

11•• Realitza els següents canvis d'unitats:

- Passa de 22Ω a ohms.
- Passa de 56 mA a ampers.
- Passa de 0,0004 V a mil·livolts.

5 >> La llei d'Ohm

La llei d'Ohm és una expressió matemàtica que relaciona el voltatge amb la intensitat i la resistència d'un determinat consum.

$$V = R \cdot I$$

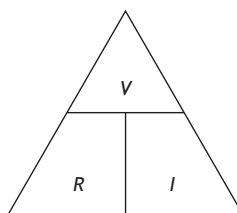
Per tal que ens resulti més fàcil de recordar aquesta expressió, podem recórrer a l'esquema que ens mostra la figura 12.

La llei d'Ohm en unitats

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

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

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



12

Llei d'Ohm.

A la part superior, sempre posarem el voltatge (ho recordarem perquè té la mateixa forma del vèrtex del triangle però invertit) i, a la part inferior, sense importar l'ordre, col·locarem la resistència i la intensitat.

Per tal que ens sigui útil el triangle anterior, l'hem d'aprendre a interpretar:

- Per conèixer el voltatge, s'observa el triangle i es col·loca la resistència i la intensitat com s'hi troben, un al costat de l'altre (figura 13).

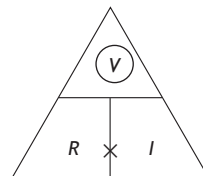
$$V = R \cdot I$$

- Per conèixer la intensitat, s'observa el triangle i es col·loca el voltatge i la resistència com s'hi troben, un sota de l'altre (figura 14).

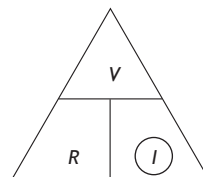
$$I = \frac{V}{R}$$

- Per conèixer la resistència, s'observa el triangle i es col·loquen el voltatge i la intensitat com s'hi troben, un sota de l'altre (figura 15).

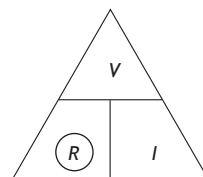
$$R = \frac{V}{I}$$



13



14



15

Casos pràctics

1

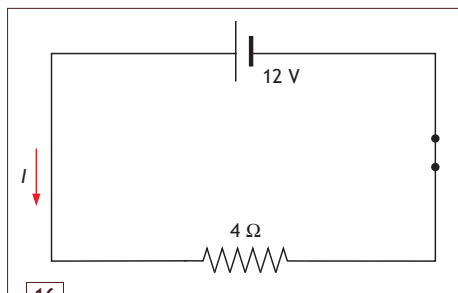
Circuit elemental

Representar l'esquema elèctric d'un circuit amb una pila de 12 V i una resistència de 4 Ω .

Calcula la intensitat que circula a través seu.

Solució

La representació elèctrica del circuit serà la que es mostra a la figura 16.



16
Circuit amb una pila de 12 V i una resistència de 4 Ω .

Dades del problema

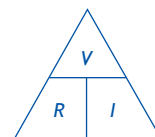
$$V = 12 \text{ V} \quad R = 4 \Omega \quad I = ?$$

Per calcular la intensitat, apliquem la llei d'Ohm.

$$\text{Així, tindrem: } I = \frac{V}{R}$$

Resolució

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



Tècnica

2

La llei d'Ohm

L'objectiu és comprendre la llei d'Ohm mitjançant un experiment pràctic.

Desenvolupament

Aprofitant el circuit utilitzat en la tècnica anterior però canviant la bombeta per una altra de 4,5 V, el connectem de nou a la pila d'1,5 V. Immediatament després, el connectem a la pila de 4,5 V i observem el canvi a la llum que projecta.

Per tant, en aquest cas, hem mantingut constant la resistència (és a dir, hem usat la mateixa làmpada), però hem canviat el voltatge. Com a conseqüència, ha variat la intensitat (en augmentar el voltatge, ha augmentat la llum projectada).

Materials

- 1 pila de 4,5 V
- 1 pila d'1,5 V
- 1 fil conductor de 40 cm
- 1 làmpada de 4,5 V
- 1 portalàmpades

Activitats

12.. Calcula la intensitat que circula a través d'una resistència de 6 Ω , quan està connectada a una pila de 12 V. Representa l'esquema elèctric d'aquest circuit.

13.. Calcula la resistència que haurà de tenir un consum si, en estar connectat a una tensió de 12 V, hi circula una intensitat de 4 A. Representa elèctricament el circuit.

14.. Calcula la tensió necessària per tal que, a través d'una resistència de 100 Ω , circuli una intensitat de 0,5 A. Representa l'esquema elèctric d'aquest circuit.

6 >> Resistència d'un fil conductor

Tot fil conductor ofereix una resistència al pas de l'electricitat. Aquesta resistència depèn de tres factors:

- El material de què estigui fet el conductor.
- La seva longitud.
- La secció del cable (el seu gruix).

L'expressió matemàtica que ens permet calcular la **resistència d'un fil conductor** és la següent:

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

En què:

ρ és la resistivitat del material (en el cas del coure és 0,0172).

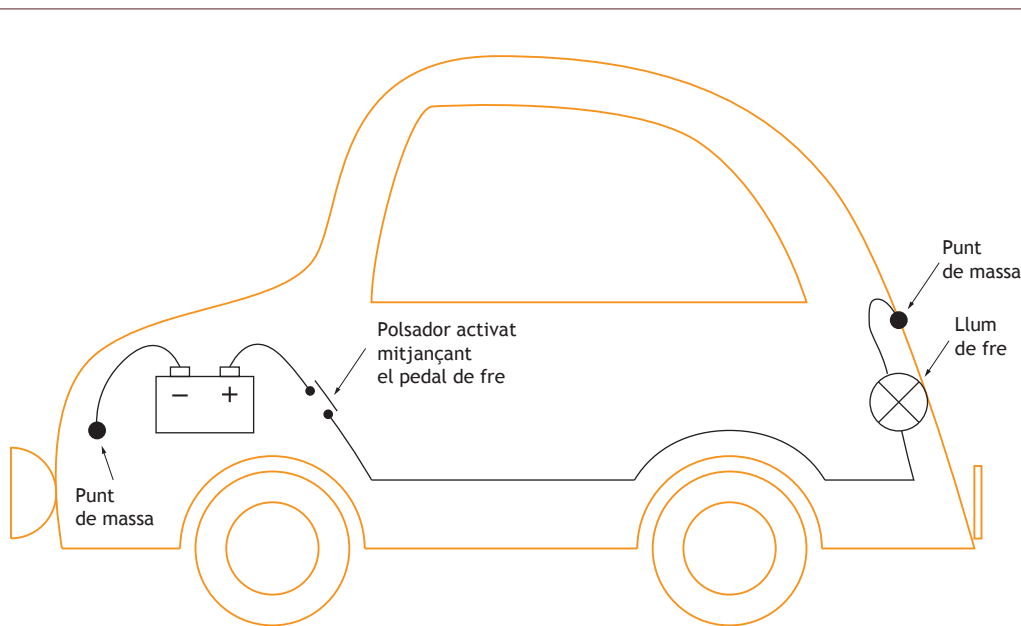
l és la longitud del cable expressada en **m**.

S és la secció del fil conductor expressada en **mm²**.

Per recordar la fórmula matemàtica de la resistència d'un fil conductor, només fa falta pensar que, en augmentar la longitud del fil conductor, n'augmenta la resistència (està multiplicant), mentre que, en augmentar el gruix del cable, aquesta resistència disminueix (està dividint).

7 >> La massa en l'automòbil

Per entendre el concepte de massa, comencem per dibuixar la silueta d'un automòbil (figura 17). Hi representem un circuit elemental amb la bateria, el llum de fre posterior i el pulsador.



17

La massa: el xassís com a conductor de retorn a la bateria.

La bateria pot anar situada en diferents parts, depenent del model: en molts casos, va col·locada a la part del davant del vehicle, encara que també es pot trobar al portaequipatges, sota del seient de l'acompanyant, sota del seient posterior, etc.; a l'esquema, l'hem col·locat a la part del davant de l'automòbil.

A continuació, col·locarem el llum de fre i realitzarem les connexions elèctriques entre tots dos (circuit elèctric elemental).

El cable positiu de la bateria es connecta a un dels contactes del pulsador, que serà accionat pel conductor en pressionar el pedal del fre, i de l'altre contacte del pulsador en sortirà el cable que anirà directament al llum posterior de frenada.

A més, hem d'unir el negatiu del llum amb el negatiu de la bateria mitjançant un altre cable conductor però, per disminuir el pes total de l'automòbil, deixar més espai buit i disminuir el cost total del vehicle, se suprimeix aquest cable i el retorn es realitza pel propi xassís que, en ser metàl·lic, també és conductor d'electricitat.



18 Massa de la bateria.

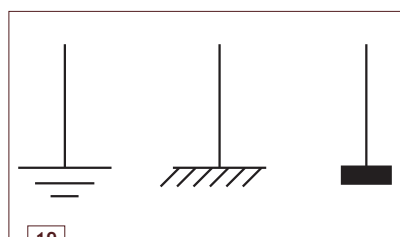


La **massa** és el xassís que fa les funcions de cable de retorn entre els consums i la bateria.

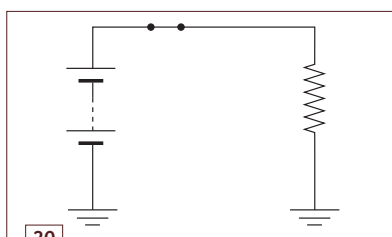
Per a aquesta finalitat, l'automòbil disposa de **punts de massa** (anomenats també **negatiu**) units al xassís, on es van connectant els negatius dels diferents consums.

En els circuits elèctrics de l'automòbil, la massa es pot representar utilitzant diferents símbols, com es mostra a la figura 19, i també amb el número 31, tal com veurem a l'epígraf següent.

Generalment, la bateria es col·loca a la part esquerra de l'esquema elèctric (en cas que vingui representada) i la massa a la part inferior.



19 Diferents maneres de representar la massa.



20 Circuit elèctric elemental.

La conductivitat del xassís

Encara que el material en què està fabricat el xassís és pitjor conductor que el coure, es compensa pel fet de ser major la secció per on pot passar l'electricitat. Cal tenir en compte que la resistència d'un fil conductor depèn del material, la seva longitud i la seva secció.

Activitats

15.. De quines característiques depèn el valor de la resistència d'un fil conductor?

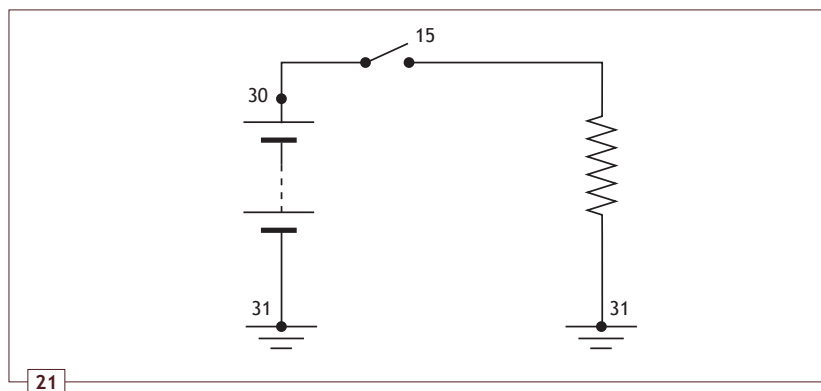
16.. Calcula la resistència d'un fil conductor de coure ($\rho = 0,0172$), que té una longitud de 4 m i una secció de $0,5 \text{ mm}^2$.

17.. Calcula la resistència d'un fil conductor de coure ($\rho = 0,0172$), que té una longitud de 75 cm i una secció d' 1 mm^2 .

18.. A què denominem massa en l'automòbil?

8 >> Nomenclatura bàsica utilitzada en els circuits elèctrics de l'automòbil

Existeix un codi de xifres i lletres que utilitzen els fabricants per designar diferents situacions elèctriques (figura 21).



Circuit elèctric elemental. Nomenclatura bàsica.

En el circuit de la figura 21, hi ha representats una bateria, un interruptor —que, en aquest cas, simbolitza la primera posició o posició d'encesa de la clau de contacte— i una resistència, que pot ser qualsevol consum de l'automòbil.

Les diferents xifres que apareixen al circuit són cables amb voltatge i corresponen a:

- **30.** Indica el positiu directe de la bateria. És un cable que té una tensió de 12 V; per exemple, el llum interior.
- **15.** Indica el positiu amb l'encesa connectada. Tindrà 12 V només quan es giri la clau de contacte en la primera posició. Per exemple, l'eixugaparabrises.
- **31.** Indica punt de massa amb 0 V.
- Altres situacions que no queden representades al circuit anterior, però que ja estem en disposició de conèixer són les designades per les lletres següents:
 - Les lletres **X** o **R**. En aquest cas, també són positiu directe de bateria (12 V), excepte quan donem corrent al motor d'arrencada. X o R alimenten els consums, que deixen de funcionar en posar en funcionament el motor tèrmic i tornen a funcionar quan el motor tèrmic està girant i el conductor deixa anar la clau de contacte. És el cas, per exemple, de la ràdio.
 - La lletra **S**. En aquest cas, és positiu, amb la clau de contacte dins del pany però sense girar-la a la posició d'encesa.

Activitats

19•• Quins són els diferents símbols utilitzats en els circuits elèctrics per representar els punts de massa?

20•• Amb quin número es designa el positiu directe de la bateria d'un automòbil? I el positiu situat després de la clau de contacte?

9 >> La potència elèctrica (P)

Fins ara, sempre que hem parlat de consums hem fet referència a la resistència, però en realitat, quan anem a comprar, per exemple una bombeta, fem referència als wats. Per exemple, comprem una bombeta de 200 W, d'11 W, etc.

Com que l'electricitat és un desplaçament d'electrons, sempre que circuli intensitat s'està produint un treball i, segons el temps que es tardi en realitzar-lo, es té major o menor potència elèctrica.



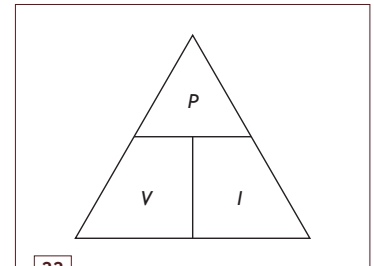
La **potència elèctrica** és el treball efectuat en desplaçar les càrregues elèctriques, per unitat de temps.

El **wat** és la unitat de la potència i es representa per la lletra W. Igual que ocorre amb la resistència, el seu valor dependrà del voltatge a què està sotmès un consum i de la intensitat que el travessa. La seva fórmula és:

$$P = V \cdot I$$

La factura de la llum

La factura de la llum la paguem per quilovats hora (kWh) i, per tant, com més wats tinguem connectats i com més temps ho estiguin, més pagarem.



22

Esquema que relaciona la potència elèctrica (P) amb el voltatge (V) i la intensitat (I).

Casos pràctics

2

Càlcul de la intensitat d'una bombeta d'11 W i d'una altra de 500 W

Calcula la intensitat que circula a través d'una bombeta de: a) 11 W; b) 500 W.

Solució

a) En el cas de la bombeta d'11 W, tenint en compte que el voltatge a les nostres cases és de 220 V, la intensitat que hi circula serà:

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

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

És fàcil deduir que el consum (intensitat) d'una bombeta de 500 W és molt superior al consum d'una altra d'11 W. Si es comparen els resultats obtinguts en aquest cas pràctic, s'observa que, com que el voltatge és el mateix, la potència està íntimament relacionada amb la intensitat que hi circula.

Activitats

21.. Observa la placa de característiques de diferents dispositius elèctrics de casa teva i anota les dades que hi apareixen. Fixa't també en la placa de característiques d'un cable per allargar.

22.. Quin és el motiu pel qual, en un cable allargador, figura una placa de característiques amb un valor en wats, si en aquesta pàgina s'ha explicat que la potència és una magnitud del consum?

23.. En un allargador enrotllable, figuren dos valors de potència; un amb el cable enrotllat i un altre amb el cable desenrotllat. Per què hi figuren dos valors de potència?

10 >> L'efecte Joule

Sempre que circula electricitat a través d'un fil conductor, es produeix calor.

Joule va estudiar aquest fenomen i va quantificar la calor després mitjançant la fórmula següent:

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

En què:

Q: la calor produïda, expressada en **calories**.

R: la resistència del fil conductor, en **ohms**.

I: la intensitat que circula pel fil conductor, en **ampers**.

t: el temps durant el qual està circulant l'electricitat, en **segons**.

A partir d'aquest moment, sempre que parlem d'efecte Joule pensarem en calor.

A major potència de consum, major serà la intensitat que passa pel fil conductor. A més, la calor alliberada és proporcional al quadrat de la intensitat.

D'aquestes dues afirmacions es pot deduir que, si per un fil conductor passa major intensitat de la que pot suportar, es pot arribar a fondre el recobriments aïllant dels cables i produir-se un curtcircuit. Així, sempre s'ha de col·locar un cable amb el gruix necessari, en funció de la potència del consum que volem alimentar.

11 >> Components elèctrics dels circuits

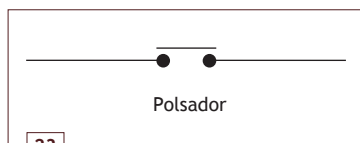
En un circuit elèctric, ens trobarem amb diferents components, que anirem estudiant en diferents apartats. Ara estudiarem l'**interruptor**, el **fusible**, el **condensador** i les **resistències**.

11.1 > Interruptor



L'**interruptor** permet posar en funcionament o apagar un determinat circuit.

Un cas particular d'interruptor és el **polsador**, que es diferencia de l'interruptor perquè només permet el pas d'electricitat mentre l'estem activant. Per exemple, el timbre de les nostres cases. La seva representació en els circuits elèctrics es mostra a la figura 23.



Símbol d'un polsador.

11.2 > El fusible



El **fusible** és un component del circuit que limita la màxima intensitat que pot passar pel propi circuit.

Com hem vist a l'epígraf anterior, la calor produïda en un fil conductor pot arribar a fondre l'aïllant elèctric i produir un curtcircuit.

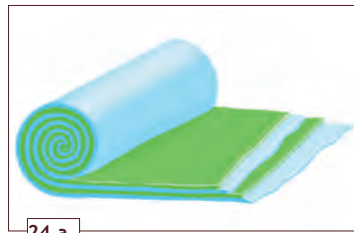
Per prevenir aquests problemes, es dota el circuit d'un fusible. Com que el fusible està format per un petit fil conductor d'un material amb un punt de fusió inferior al coure, quan hi passa una intensitat superior a la prevista, es fon i es trenca el seu filament, interrompent el pas d'electricitat cap als dispositius elèctrics, protegint-los.

Existeixen fusibles de diferents tipus i colors, essent el color indicatiu dels ampers que ha d'evitar superar la instal·lació.

11.3 > El condensador

Un **condensador** és un component elèctric que, sotmès a una diferència de potencial, adquireix una determinada càrrega (**fase de càrrega**).

Quan aquesta diferència de potencial desapareix, i sempre que els seus extrems tinguin continuïtat, el condensador es va descarregant, retornant l'electricitat que ha emmagatzemat (**fase de descàrrega**). La càrrega i descàrrega d'un condensador és pràcticament instantània.

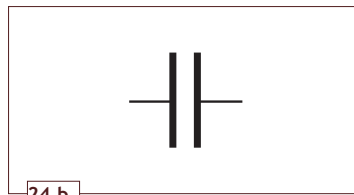


24.a.

Parts d'un condensador.

Un condensador està format per dues plaques de material conductor separades entre si per material dielèctric que actua com a aïllant (figura 24.a).

Aquesta composició interna determina el símbol usat per representar-lo en els circuits (figura 24.b).



24.b.

Símbol d'un condensador.



La característica fonamental d'un condensador és la **capacitat** (C), magnitud que ens indica la quantitat d'electricitat que és capaç d'emmagatzemar aquest component.

La capacitat d'un condensador depèn d'aquestes variables:

- La superfície de les plaques.
- El tipus de material dielèctric que contingui.
- La distància entre les dues plaques conductores.

La unitat en què mesurem la capacitat és el **farad** (F), que és una magnitud bastant gran, per la qual cosa l'habitual és treballar amb submúltiples, com el microfarad μF ($1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$), el nanofarad nF ($1 \text{nF} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ F}$) i el picofarad pF ($1 \text{pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$).

11.4 > Resistències fixes i variables

Tots els consums d'un circuit, a l'igual que els fils conductors, presenten resistència al pas del corrent elèctric. En aquest apartat, s'estudien uns components específics denominats **resistències** que, col·locats en un circuit, tenen per missió modificar les corresponents característiques elèctriques (V i I).

Farad

Un farad és la capacitat d'un condensador que té una càrrega d'un coulomb quan se'l connecta a un volt.

Col·locació transversal i longitudinal

Un objecte està col·locat transversalment respecte d'un altre quan està col·locat de forma perpendicular a la dimensió més llarga del segon.

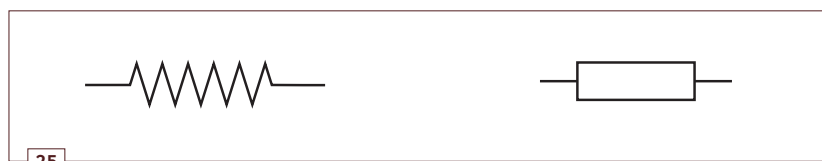
Un objecte està col·locat longitudinalment respecte d'un altre quan està col·locat paral·lel a la dimensió més llarga del segon.

Les resistències es classifiquen en **fixes** i **variables**.

Resistències fixes

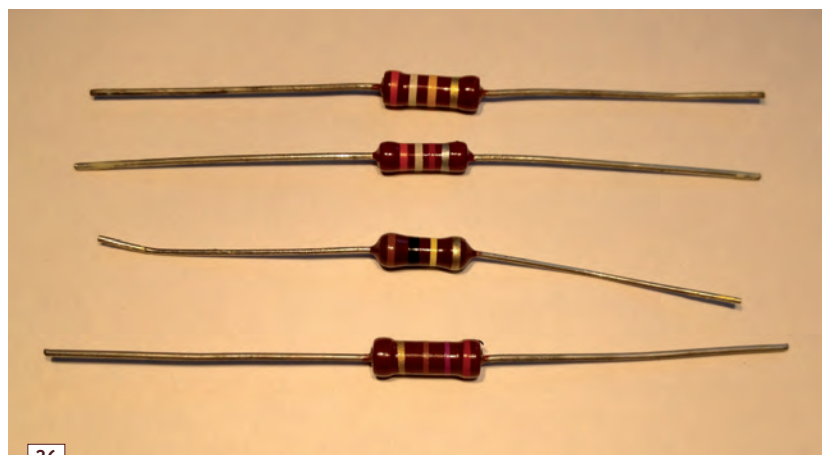
Malgrat el seu nom, en aquest tipus de resistències, el seu valor en ohms augmenta sensiblement amb la temperatura, fins que arriben a la temperatura de funcionament (aquesta variació es deu a l'efecte Joule). A partir d'aquest moment, el seu valor es manté estable.

La seva representació en els circuits elèctrics es mostra a la figura 25.



25
Diferents símbols d'una resistència fixa.

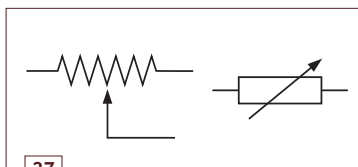
Aquest tipus de resistències estan fabricades amb material ceràmic, tenen forma cilíndrica i van identificades mitjançant un codi de colors expressat en 3 o 4 línies transversals que n'indiquen el valor resistiu.



26
Resistències.

Reòstats

Podem trobar aquest tipus de resistències en el comandament dels cotxes de l'Scalextric.



27
Diferents maneres de representar un potenciòmetre o un reòstat.

Resistències variables

Existeixen diferents tipus de resistències variables en funció de quina sigui la magnitud que les faci variar.

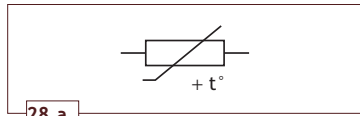
Aquest tipus de resistències es classifiquen en quatre tipus:

- **Potenciòmetres i reòstats** (figura 27). Són dispositius amb un cursor mòbil que s'usa per regular el valor de la resistència.

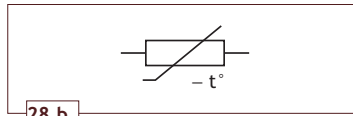
Estan constituïts per un conductor amb una entrada fixa en un extrem, mentre que la sortida de l'altre extrem pot variar de posició, per oposar major o menor resistència al circuit en què es troben.

La diferència entre tots dos és que el reòstat permet majors intensitats de pas, per la qual cosa es pot connectar en sèrie, mentre que el potenciòmetre, en no admetre intensitats de pas altes, s'ha de connectar en paral·lel.

- **PTC i NTC.** Són resistències amb un valor que depèn de la temperatura a la qual es troben; és a dir, varien en funció de la temperatura exterior.
 - **PTC,** Coeficient de temperatura positiu (de l'anglès, *Positive Temperature Coefficient*). En augmentar la temperatura, augmenta el valor de la seva resistència i, per la llei d'Ohm, disminueix la intensitat que hi circula (figura 28.a).
 - **NTC,** Coeficient de temperatura negatiu (de l'anglès, *Negative Temperature Coefficient*). En augmentar la temperatura, disminueix el valor de la seva resistència i, per la llei d'Ohm, augmenta la intensitat que hi circula (figura 28.b).

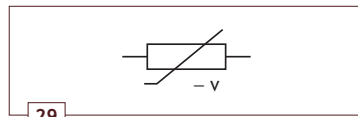


28.a. PTC. Símbol elèctric.



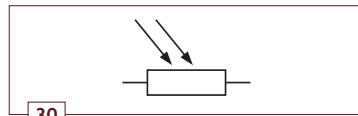
28.b. NTC. Símbol elèctric.

- **VDR,** Resistor dependent de voltatge (de l'anglès *Voltage Dependent Resistor*). Es tracta de resistències amb un valor que depèn del voltatge al qual estan sotmeses; és a dir, varien amb la diferència de potencial entre els seus extrems. En augmentar la tensió, disminueix el seu valor resistiu i, per la llei d'Ohm, augmenta la intensitat que hi circula (figura 29).



29 VDR. Símbol elèctric.

- **LDR,** Resistències dependents de la llum (de l'anglès *Light Dependent Resistor*). Són resistències amb un valor que depèn de la llum que incideix sobre seu. En augmentar la llum que reben, disminueix la seva resistència i, per la llei d'Ohm, augmenta la intensitat que hi circula (figura 30).



30 LDR. Símbol elèctric.

Activitats

- 24.. Com es designen les resistències amb un valor que varia en funció de la temperatura a la qual es troben? I les que varien en funció del voltatge a què estan sotmeses?
- 25.. Què hem de mirar per conèixer el valor d'una resistència?
- 26.. Quan posem una resistència en un circuit, quines magnituds queden alterades?
- 27.. De quina variable depèn una resistència VDR? I una de NTC?
- 28.. Quan en un circuit augmenta la resistència, què ocorre amb la seva intensitat?

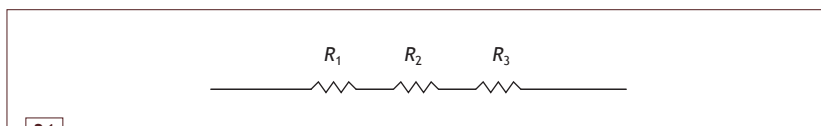
12 >> Agrupació de resistències en sèrie, en paral·lel i mixtes

En els circuits elèctrics, hi sol haver més d'una resistència alimentada amb el mateix voltatge.

Quan tenim més d'una resistència en un circuit elèctric, les podem connectar de dues formes diferents: en sèrie i en paral·lel.



Les resistències estan connectades **en sèrie** quan estan situades una a continuació de l'altra, segons mostra la figura 31.

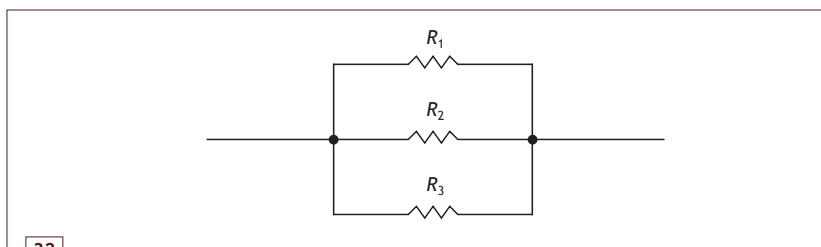


31

Conjunt de tres resistències en sèrie.



Les resistències estan connectades **en paral·lel** quan estan unides pels dos extrems, com s'observa a la figura 32.



32

Conjunt de tres resistències en paral·lel.

Equivalència

Quan ens trobem amb el símbol $\equiv$, significa que el circuit que es troba a la seva esquerra és equivalent al circuit que es troba a la seva dreta.

12.1 > Resistència equivalent

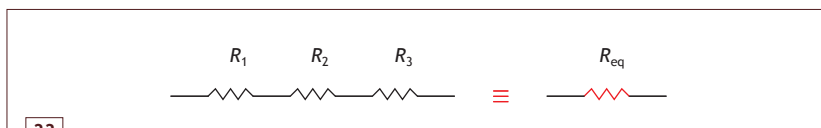
Un conjunt de resistències alimentades per una mateixa font de tensió es pot substituir per una resistència única que fa el mateix efecte, anomenada **resistència equivalent**.

Per calcular la resistència equivalent, cal tenir en compte si es tracta d'una agrupació de resistències en sèrie o en paral·lel.

Resistència equivalent a un conjunt de resistències en sèrie

En el cas d'un conjunt de resistències en sèrie R_1 , R_2 i R_3 , com el de la figura 33, la resistència equivalent R_{eq} , és igual a la suma de les resistències.

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



33

Resistència equivalent d'un conjunt de resistències en sèrie.

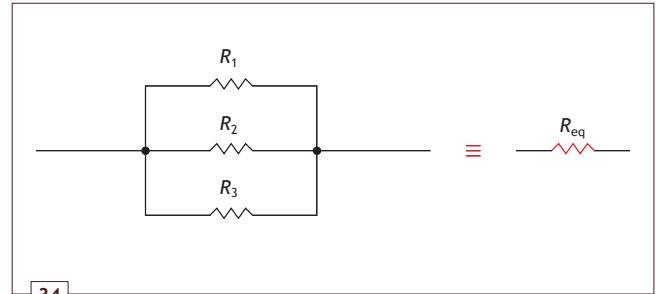
Resistència equivalent a un conjunt de resistències en paral·lel

En cas que un conjunt de resistències R_1 , R_2 i R_3 estiguin disposades en paral·lel, la inversa de la resistència equivalent, R_{eq} , és igual a la suma de les inverses de les resistències:

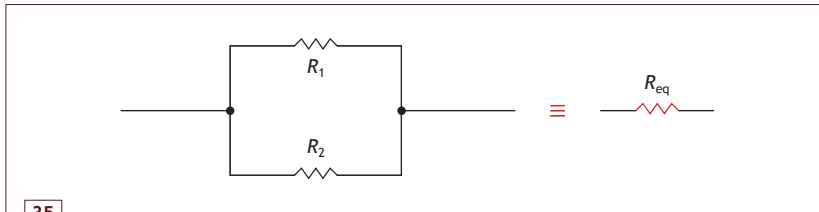
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

En els casos en què únicament siguin dues les resistències que estiguin en paral·lel, la fórmula anterior es transforma i es pot utilitzar la fórmula següent:

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



Resistència equivalent d'un conjunt de resistències en paral·lel.



Resistència equivalent de dues resistències en paral·lel.

Casos pràctics

3

Quina diferència existeix entre connectar dues resistències en sèrie o fer-ho en paral·lel?

Donades dues resistències de 6Ω cada una:

- Calcula la resistència equivalent a aquestes dues resistències, si es disposen en sèrie.
- Calcula la resistència equivalent a aquestes dues resistències, si es disposen en paral·lel.

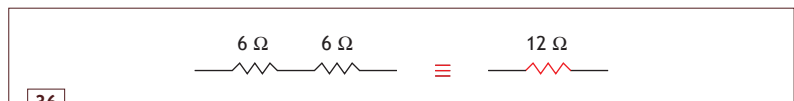
Solució

a) Si les dues resistències estan disposades en sèrie, com es mostra a la figura 36, la resistència equivalent a les dues serà:

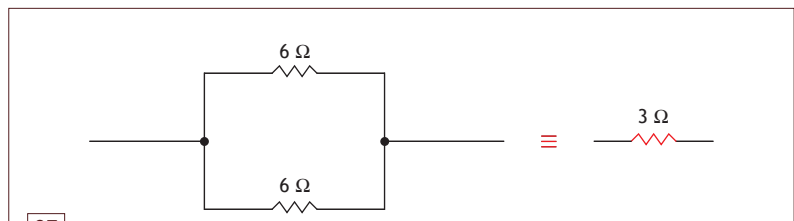
$$R_{eq} = 6 \Omega + 6 \Omega = 12 \Omega$$

b) Si les dues resistències estan disposades en paral·lel, com mostra la figura 37, la resistència equivalent a les dues serà:

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



Resistència equivalent a dues resistències en sèrie.



Resistència equivalent a dues resistències en paral·lel.

12.2 > Càlcul de resistències equivalents

Cas particular

El valor de la resistència equivalent de dues resistències iguals connectades en sèrie és igual al doble de cada una. I el valor de la resistència equivalent de dues resistències iguals connectades en paral·lel és igual a la meitat del seu valor.

A l'apartat anterior, en què s'ha calculat la resistència equivalent a dues resistències del mateix valor, connectades primer en sèrie i després en paral·lel, hem vist que la resistència equivalent en tots dos casos és totalment diferent.



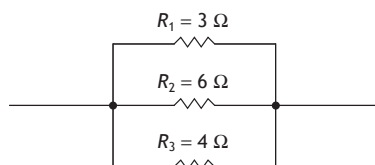
En cas que les resistències es disposin en sèrie, el valor de la resistència equivalent és major, mentre que si es disposen en paral·lel, el valor és menor.

Casos pràctics

4

Dues maneres diferents d'efectuar el càlcul de resistències en paral·lel

Calcula la resistència equivalent del circuit de la figura, que està format per tres resistències disposades en paral·lel de $3\ \Omega$, $6\ \Omega$ i $4\ \Omega$.



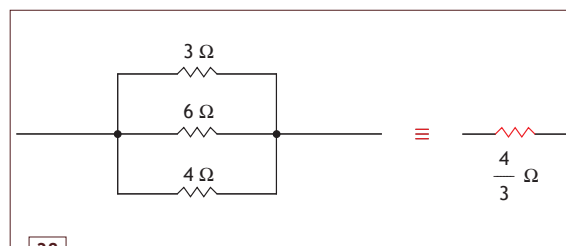
Solució

Es pot calcular la resistència equivalent de dues maneres diferents:

La primera és aplicant la fórmula general a les tres resistències, com hem vist fins al moment.

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

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



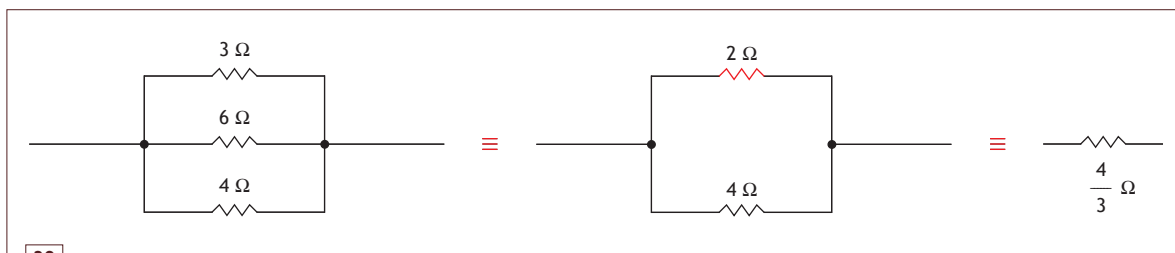
38 Resistència equivalent de tres resistències en paral·lel.

La segona forma de calcular la resistència equivalent és fent el càlcul en dos passos; primer, operem amb dues resistències i, després, s'opera amb el valor de la tercera resistència i la resultant de les anteriors. Fent-ho d'aquesta segona manera, podem utilitzar la fórmula senzilla, que hem vist prèviament.

Resolució amb la fórmula simplificada:

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

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



39 Resistència equivalent de tres resistències en paral·lel. Fórmula simplificada.

12.3 > Agrupació mixta de resistències

Una **agrupació mixta de resistències** és un conjunt de resistències en què algunes estan connectades en sèrie i altres en paral·lel.

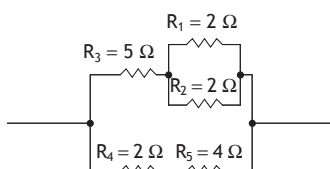
El càlcul de la resistència equivalent al conjunt de resistències d'agrupació mixta es fa per parts, calculant en cada pas la resistència equivalent a les resistències que, entre elles, estan unides en sèrie o en paral·lel.

Casos pràctics

5

Càlcul de la resistència equivalent a un circuit mixt de resistències

Calcula la resistència equivalent d'aquest circuit mixt de resistències en sèrie i en paral·lel.



Solució

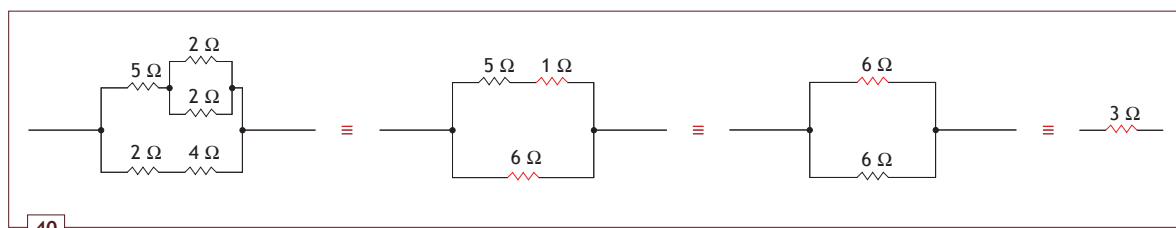
Ara calculem les resistències per parts, de la forma següent:

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

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

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

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

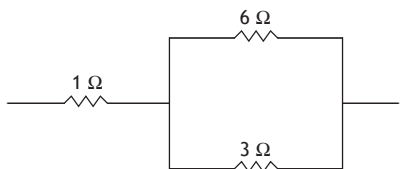


Circuit mixt de resistències en sèrie i en paral·lel.

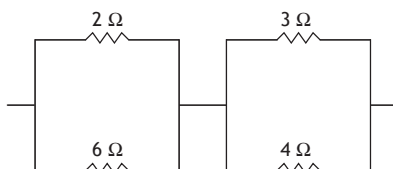
Activitats

29.. Calcula el valor de la resistència equivalent en els casos següents:

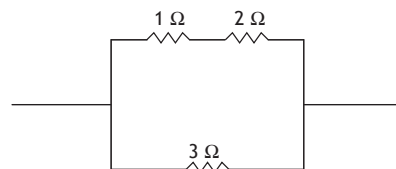
a)



b)



c)



13 >> Resolució de circuits elèctrics amb agrupació de resistències

Abans d'iniciar la resolució de circuits amb més d'una resistència, farem una pràctica que ens permetrà observar com afecten les diferents connexions en sèrie i en paral·lel entre resistències quan estan sotmeses a una tensió.

Tècnica

3

L'arbre de Nadal

L'objectiu d'aquesta pràctica és observar la diferència de llum que projecten dues bombetes en connectar-les en sèrie i en fer-ho en paral·lel.

Així mateix, tornarem a practicar amb les alicates d'engatillar, que ens permeten tallar i pelar els extrems del fil conductor, per tal d'acoblar-los posteriorment a l'interruptor i a l'endoll.

Desenvolupament

S'uneixen els dos portalàmpades entre si, primer en sèrie i posteriorment en paral·lel, i es connecten a l'endoll a través de l'interruptor.

El professor col·locarà les corresponents bombetes i provarà el conjunt després de revisar tot el circuit.

S'observa la llum que projecten les bombetes quan estan connectades entre si en sèrie i quan ho estan en paral·lel (figures 41.a i 41.b).

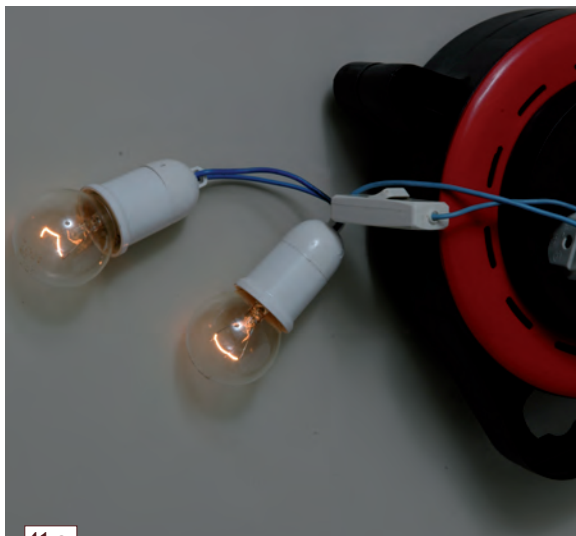
A continuació, observarem què passa quan traiem una de les dues bombetes en l'acoblament en sèrie i en l'acoblament en paral·lel.

Podem repetir l'experiència, però ara amb tres portalàmpades i tres bombetes, connectades primer en sèrie i després en paral·lel.

Un cop més, observem la diferència de llum que emeten les bombetes en tots dos casos.

Materials

- 3 portalàmpades
- 1 interruptor
- 1 endoll
- 1 m de fil conductor
- 1 alicates d'engatillar



41.a.

Bombetes connectades en sèrie.



41.b.

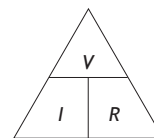
Bombetes connectades en paral·lel.

Aplicació de la llei d'Ohm

En aquest apartat, aplicarem la llei d'Ohm en circuits amb acoblaments en sèrie i en paral·lel. Així, podrem interpretar el que ha passat en la pràctica anterior, que és la base del funcionament general de l'electricitat.

Per resoldre aquests circuits, es calcula en primer lloc la resistència equivalent. Un cop reduït el circuit a un d'elemental amb una sola resistència, s'aplica la llei d'Ohm i, d'aquesta manera, s'obté la intensitat que surt de la bateria.

Després, per conèixer les tensions i les intensitats corresponents a cada una de les resistències del circuit, anirem aplicant la llei d'Ohm en cada una.



La llei d'Ohm

Aprofitem per recordar la llei d'Ohm. $V = I \cdot R$.

Casos pràctics

6

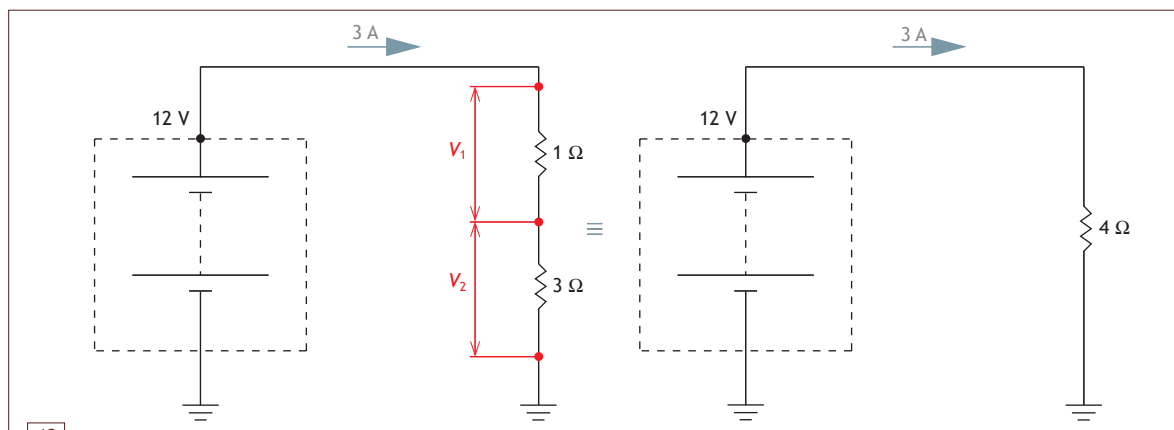
Llei d'Ohm en un circuit en sèrie

Donat un circuit amb dues resistències en sèrie, una d' $1\ \Omega$ i una altra de $3\ \Omega$, connectades a una tensió de $12\ \text{V}$, calcula la intensitat i les tensions en cada resistència.

Solució

Primer, es calcula la resistència equivalent al conjunt de les dues resistències en sèrie, $R_{\text{eq}} = 1 + 3 = 4\ \Omega$. I, aplicant la llei d'Ohm, s'obté la intensitat:

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



Circuit amb dues resistències en sèrie.

Després, es calcula el voltatge existent als extrems de cada resistència:

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

Així, es comprova que la suma de caigudes de tensió és igual a la tensió que ens proporciona la bateria.

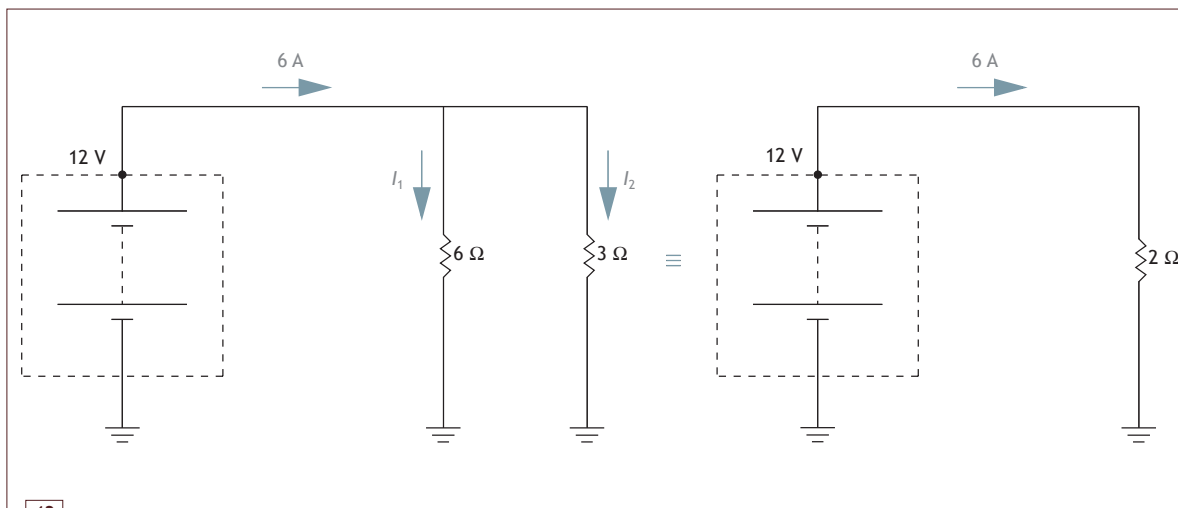
Casos pràctics

Llei d'Ohm en un circuit en paral·lel

Donat un circuit amb dues resistències en paral·lel, una de $6\ \Omega$ i una altra de $3\ \Omega$, connectades a una tensió de 12 V , calcula la intensitat i les tensions en cada resistència.

Solució

Amb les dues resistències en paral·lel, la tensió en les resistències és la de la bateria, en aquest cas 12 V , i aplicant la llei d'Ohm, obtindrem la intensitat de cada una de les resistències. La intensitat que surt de la bateria, la podem calcular de dues maneres: aplicant la llei d'Ohm a partir de la resistència equivalent, o sumant les intensitats que circulen per cada resistència.



43

Circuit amb dues resistències en paral·lel.

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

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

6 A

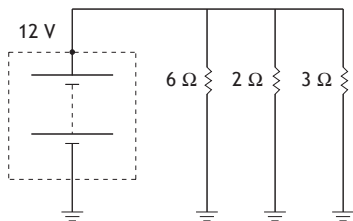
$$R_{\text{eq}} = \frac{6\ \Omega \cdot 3\ \Omega}{6\ \Omega + 3\ \Omega} = \frac{18}{9} = 2\ \Omega$$

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

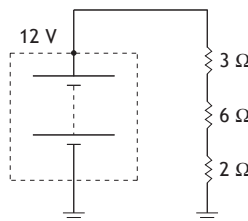
Activitats

30•• Calcula el valor de la intensitat i del voltatge que tenen cada una de les resistències de les figures a i b.

a)



b)



13.1 > Caiguda de tensió en un circuit. Divisor de tensió

La **caiguda de tensió** en un circuit és el voltatge que existeix entre els extrems d'una resistència.

Sempre que passa una intensitat a través d'una resistència, s'hi produeix una caiguda de tensió.

Denominem **divisor de tensió** el fet de col·locar una resistència per provocar una caiguda de tensió i així disminuir el voltatge que li arriba a un consum.

En el cas pràctic "Llei d'Ohm en un circuit en sèrie", la caiguda de tensió a la resistència d' $1\ \Omega$ és de 3 V i, a la resistència de $3\ \Omega$, és de 9 V; és a dir, que es compleix que:

- La suma de caigudes de tensió de tots els components en sèrie d'un circuit és igual a la tensió de la bateria: $3\text{ V} + 9\text{ V} = 12\text{ V}$.
- La intensitat que travessa un grup de resistències en sèrie és igual per a totes i igual a la que surt de la bateria: 3 A.

En el cas pràctic "Llei d'Ohm en un circuit en paral·lel", la intensitat que passa per la resistència de $3\ \Omega$ és de 4 A i la que passa per la resistència de $6\ \Omega$ és de 2 A. Per tant, es compleix que:

- La caiguda de tensió de cada resistència en paral·lel és igual al voltatge de la pila: 12 V.
- La suma d'intensitats d'un conjunt de resistències disposades en paral·lel és igual a la intensitat que surt de la bateria: $2\text{ A} + 4\text{ A} = 6\text{ A}$.

Tribut al Cèsar

Cada vegada que circula un corrent a través d'una resistència és com si hagués de pagar un tribut al Cèsar. L'electricitat va pagant per passar amb voltatge, de tal forma que el voltatge que tenia en iniciar el seu recorregut el va gastant tot pel camí.



Efectes de la caiguda de tensió.

A la pràctica "L'arbre de Nadal", hem connectat 2 bombetes, primer en sèrie i després en paral·lel, observant que es compleix:

- En paral·lel, és igual el voltatge per a ambdues bombetes; en aquest cas, 220 V.
- En sèrie, es reparteix el voltatge; en aquest cas, cada bombeta disposarà de 110 V, ja que totes dues són iguals.

13.2 > Comparació de circuits amb resistències en sèrie i en paral·lel

A continuació, estudiarem què ocorre quan afegim més resistències a un circuit; en primer lloc, ho veurem amb un circuit en sèrie i, tot seguit, amb un altre en paral·lel.

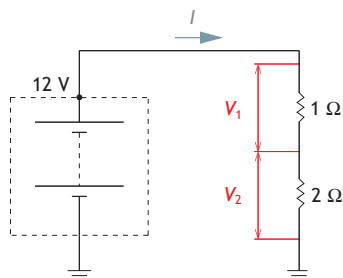
8

Casos pràctics

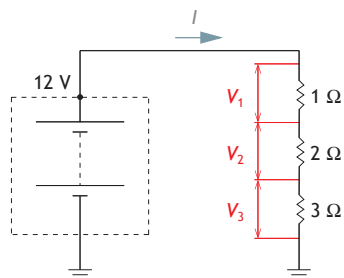
Circuit en sèrie amb dues resistències i tres resistències

Calcula la intensitat i la caiguda de tensió per a cada resistència en els circuits següents:

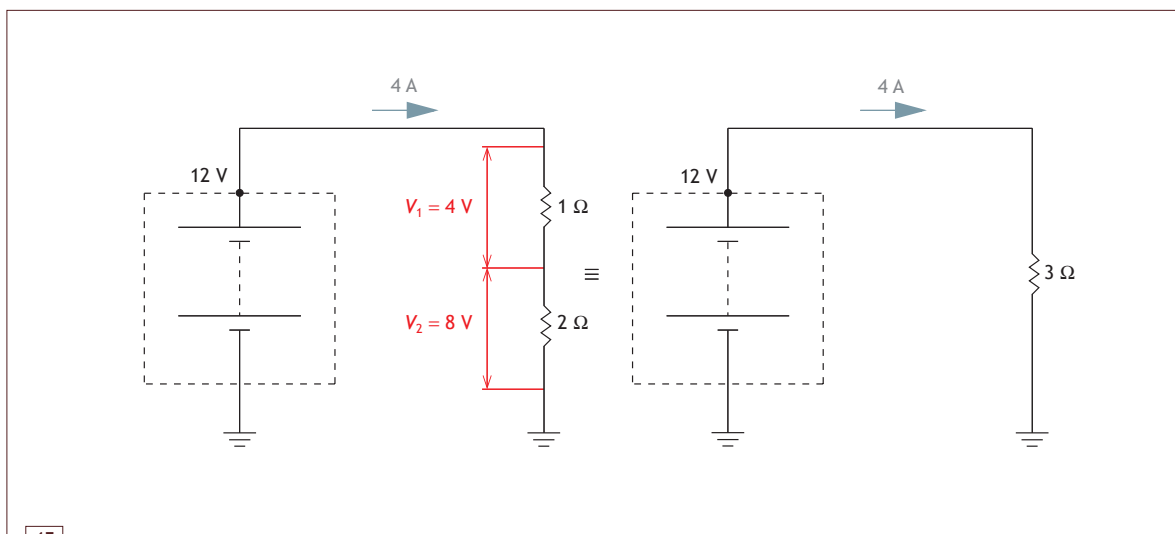
a)



b)



Solució



45

Resolució d'un circuit amb dues resistències en sèrie.

a)

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

$$V = R \cdot I$$

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

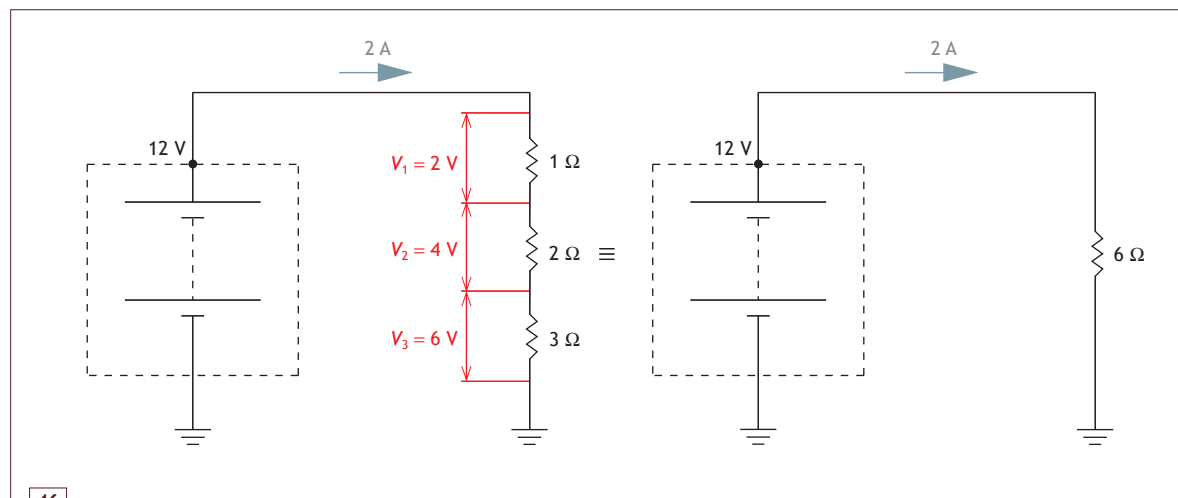
$$V_1 = 1\ \Omega \cdot 4\ \text{A} = 4\ \text{V}$$

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

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

8

b)



46

Resolució d'un circuit amb tres resistències en sèrie.

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

$$V = R \cdot I$$

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

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

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

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

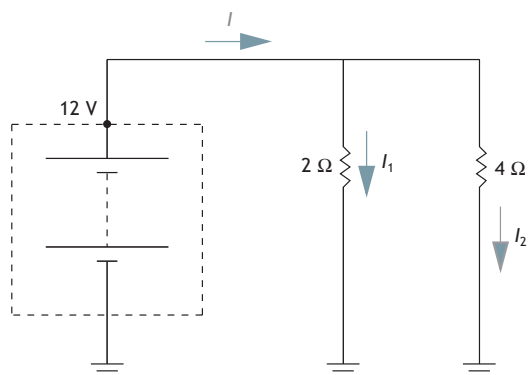
Casos pràctics

9

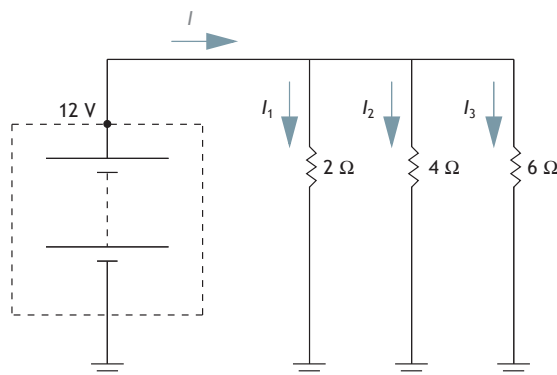
Circuit en paral·lel amb dues resistències i tres resistències

Calcula la intensitat i la caiguda de tensió per a cada resistència en els circuits següents:

a)



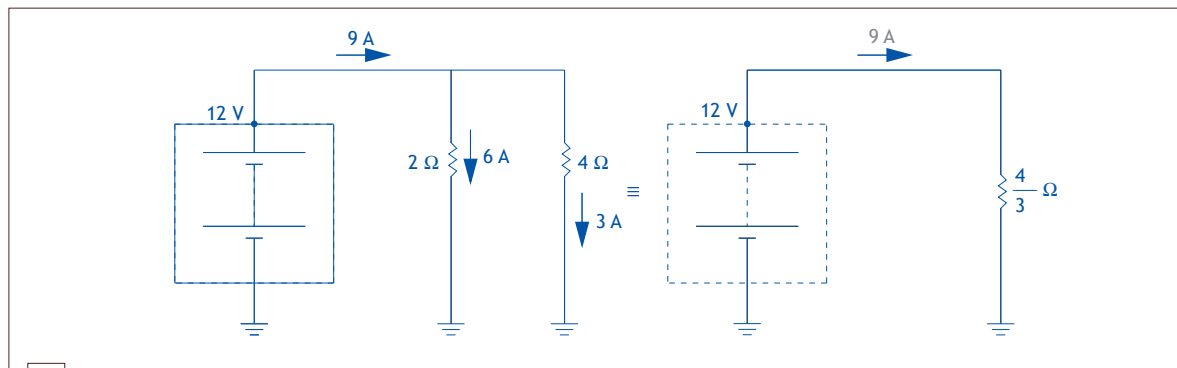
b)



>>

Solució

a)



47

Resolució d'un circuit amb dues resistències en paral·lel.

Resolució 1:

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

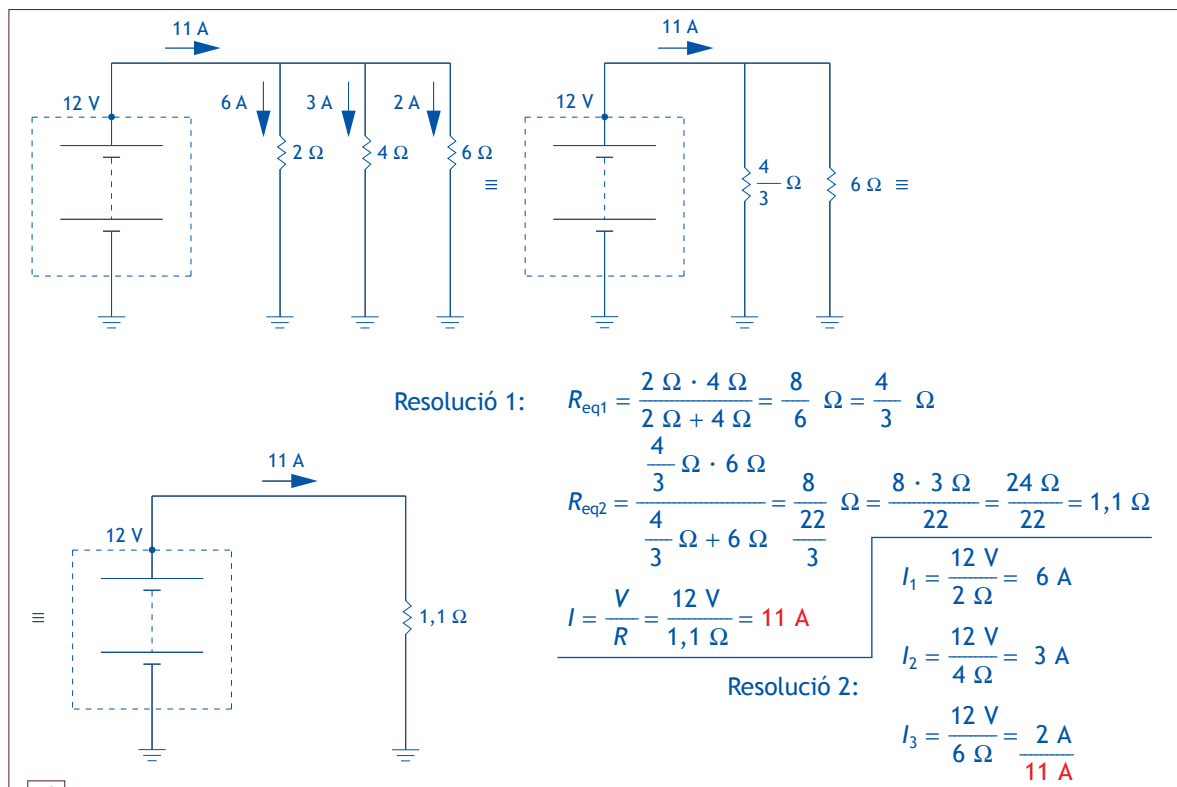
Resolució 2:

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

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

9 A

b)



48

Resolució d'un circuit amb tres resistències en paral·lel.

Resolució 1:

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

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

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

Resolució 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 tots els casos pràctics anteriors, tenim un voltatge de 12 V en el circuit i el que hem modificat ha estat el número de resistències i el tipus de connexió.

Comparant els resultats, podem afirmar:

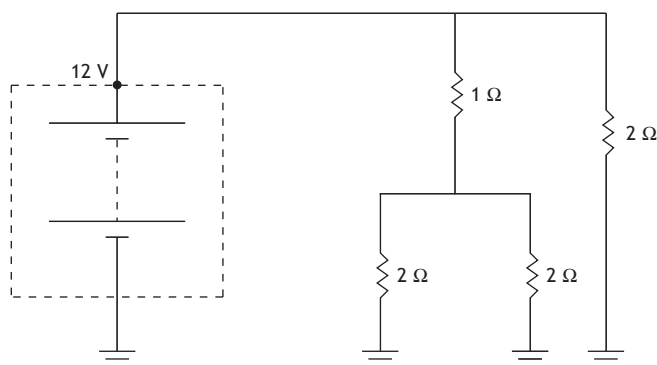
● En els **circuits en sèrie**: com major és el número de resistències en sèrie, menor és la intensitat que surt de la bateria i menor és la tensió que correspon a cada una.

● En els **circuits en paral·lel**: com major és el número de resistències en paral·lel, major és la intensitat que surt de la bateria, mantenint-se la mateixa tensió i intensitat per a cada una.

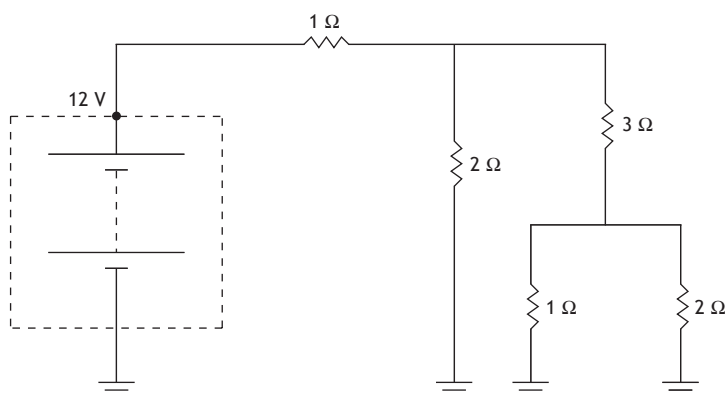
Activitats

31•• Calcula la caiguda de tensió i la intensitat que tindrem en cada una de les resistències dels circuits següents.

a)

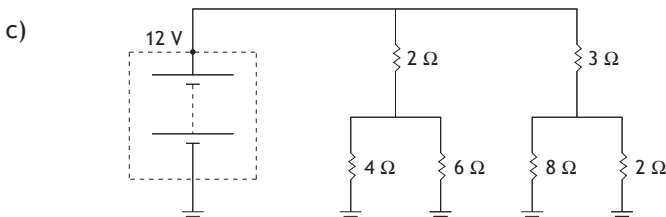
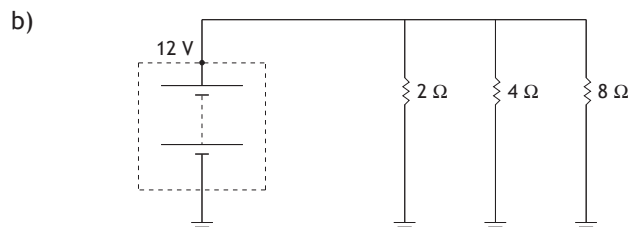
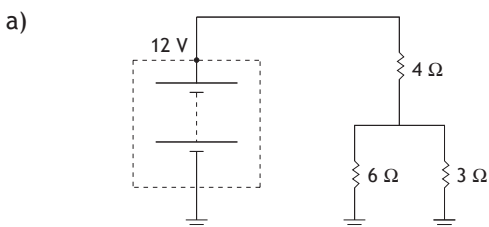


b)



Activitats finals

- 1•• Quin tipus d'electricitat (alterna o contínua) ens proporciona la bateria d'un automòbil?
- 2•• És el mateix parlar de tensió que de voltatge?
- 3•• És el mateix parlar de diferència de potencial que de tensió?
- 4•• Quina unitat és la que utilitzem per mesurar aquestes magnituds?
 - a) La intensitat.
 - b) El voltatge.
 - c) La resistència.
 - d) La tensió.
 - e) La f.e.m.
 - f) La potència.
 - g) La d.d.p.
 - h) La calor.
 - i) La capacitat.
- 5•• Amb què relacions l'efecte Joule?
- 6•• A quina magnitud corresponen les unitats següents?
 - a) Ohms.
 - b) Calories.
 - c) Farads.
 - d) Vats.
 - e) Volts.
 - f) Ampers.
- 7•• Una LDR és una resistència amb un valor que depèn de la llum que rep. En augmentar al llum que incideix damunt seu, n'augmenta o en disminueix el valor?
- 8•• Calcula el voltatge que haurà de tenir una resistència de $2\ \Omega$ per tal que hi circuli una intensitat de 6 A .
- 9•• Calcula la resistència d'un fil conductor de coure ($\rho = 0,0172$), que té una longitud de 35 cm i una secció d' 1 mm^2 .
- 10•• Disposem d'una làmpada de 5 W , corresponent als llums de posició d'un vehicle. Si la tensió de la bateria és de 12 V :
 - a) Quina intensitat circularà per la làmpada?
 - b) Quin serà el valor de la seva resistència?
 - c) Quina serà la calor despresada si es manté encesa durant 2 hores?
- 11•• En els circuits següents, calcula les caigudes de tensió i les intensitats corresponents a les diferents resistències:



Autoavaluació

1. Què indica el número 30 dins de la simbologia d'un circuit?

- a) Positiu directe de bateria.
- b) Negatiu directe de bateria.
- c) Positiu amb l'encesa connectada.
- d) Negatiu amb l'encesa connectada.

2. Quina és la magnitud elèctrica que ens indica la diferència de càrregues positives i negatives entre dos punts d'un circuit?

- a) El voltatge.
- b) La intensitat.
- c) La resistència.
- d) La freqüència.

3. Com es denominen les resistències amb un valor que depèn de la temperatura a la qual es troben?

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

4. Què ocorre amb la resistència d'un fil conductor quan n'augmenta el gruix?

- a) Res.
- b) Augmenta.
- c) Disminueix.
- d) Totes les respostes anteriors són incorrectes.

5. Donades dues resistències en paral·lel, de $12\ \Omega$ i $4\ \Omega$, respectivament. Quina en serà la resistència equivalent?

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

6. Una caiguda de tensió en un circuit és:

- a) La intensitat que existeix entre els extrems d'una resistència.
- b) El voltatge que existeix en un extrem d'una resistència.
- c) El voltatge que existeix entre els extrems d'una resistència.
- d) Les respostes b i c són correctes.

7. Quin dels factors següents influeix en la resistència que ofereix un fil conductor al pas de l'electricitat?

- a) Del material de què estigui fet el conductor.
- b) De la capacitat de transmetre la calor.
- c) De l'aïllant que el recobreixi.
- d) Les respostes a i b són correctes.

8. Què indica el número 15 dins de la simbologia d'un circuit?

- a) Positiu directe de bateria.
- b) Negatiu directe de bateria.
- c) Positiu amb l'encesa connectada.
- d) Positiu amb l'encesa desconnectada.

9. Com es denomina el corrent quan, en un extrem del fil conductor, sempre té una càrrega positiva?

- a) Altern.
- b) Continu.
- c) Discontinu.
- d) Sinoïdal.

10. Els materials aïllants són els que:

- a) Deixen passar l'electricitat.
- b) No tenen electrons lliures.
- c) Tenen electrons lliures.
- d) Totes les respostes anteriors són incorrectes.

11. Què indiquen les sigles VDR d'una resistència?

- a) Que la seva resistència augmenta en augmentar la seva temperatura.
- b) Que la seva resistència disminueix en augmentar la temperatura.
- c) Que la seva resistència depèn de la llum que incideix al damunt seu.
- d) Que la seva resistència depèn del voltatge a què estiguin sotmeses.

12. Quina serà la resistència equivalent de dues resistències disposades en sèrie amb valor de $8\ \Omega$ cada una?

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