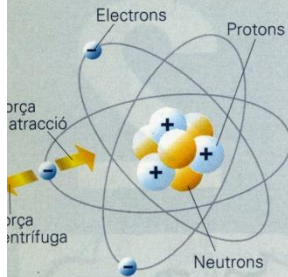


RESUM D'ELECTRICITAT BÀSICA

El circuit elèctric



El principal fet per explicar l'existència de l'electricitat radica en la naturalesa de la matèria mateixa. Les partícules més petites d'aquesta, anomenades **àtoms**, estan compostes d'un nucli i una escorça.

Recorda que en el nucli de l'àtom hi ha els **protons** (p^+), que tenen càrrega positiva (+), i els **neutrons** (n), que no tenen càrrega elèctrica. A l'escorça, els **electrons** (e^-), amb càrrega negativa (-), giren descrivint diferents òrbites al voltant del nucli.

Entre càrregues elèctriques de signe contrari (protons i electrons) es produeix una força d'atracció que, com es pot observar en la figura del costat, està contrarestatada per la força centrífuga dels electrons en el moviment.

Normalment, un àtom conté el mateix nombre d'electrons que de protons, de manera que les càrregues iguals i oposades —és a dir, les positives i negatives— s'equilibren entre si i fan que l'àtom sigui **elèctricament neutre**. Quan un àtom **perd electrons**, queda carregat positivament, ja que aleshores hi ha més protons que electrons. Per contra, si un àtom neutre **guanya electrons**, queda carregat negativament.

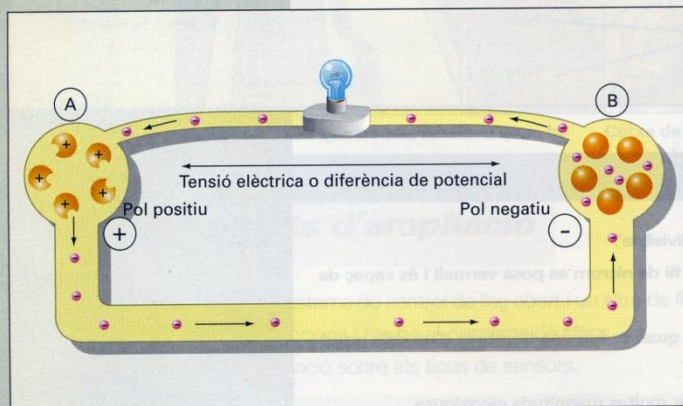
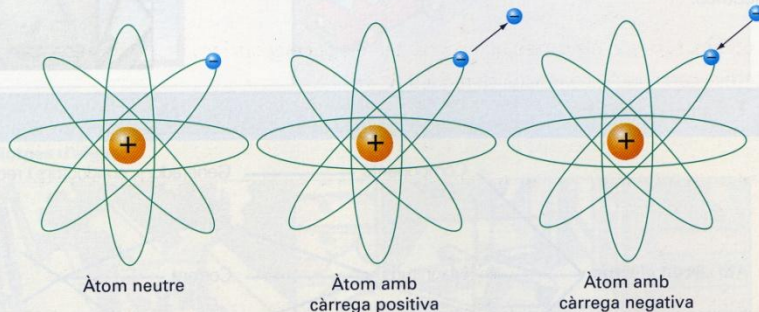


Qüestions senzilles

1

• Què vol dir que un àtom és elèctricament neutre?

• Fes una taula en què s'indiquin les partícules subatòmiques, el seu símbol i el seu signe.



Quan en el punt A hi ha concentració de càrregues positives (pol positiu) i en el punt B, càrregues negatives (pol negatiu), diem que hi ha entre ells una **tensió** o **diferència de potencial**. Aquest element s'anomena **generador**.

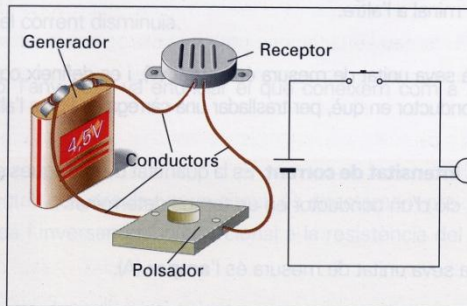
Si entre els dos pols del generador connectem per exemple una bombeta, hi haurà un traspàs d'electrons del pol negatiu fins al positiu que farà que aquesta s'il·lumini. Aquest flux d'electrons s'anomena **corrent elèctric**.

Un **circuit elèctric**, per tant, és el camí tancat pel qual circula el corrent elèctric.

Com a mínim, un circuit elèctric ha d'estar format pels elements següents:

- generadors,
- receptors,
- conductors.

El **generador** és l'encarregat de transportar els electrons des del terminal de sortida fins al terminal d'entrada. Recorda que piles, acumuladors, dinamos o alternadors són diferents màquines emprades com a tals.



Representació d'un circuit elèctric

Els **receptors** transformen l'energia elèctrica en una altra forma d'energia, mecànica, calorífica, etc. Una bombeta, una estufa, un petit motoret, etc., en serien exemples.

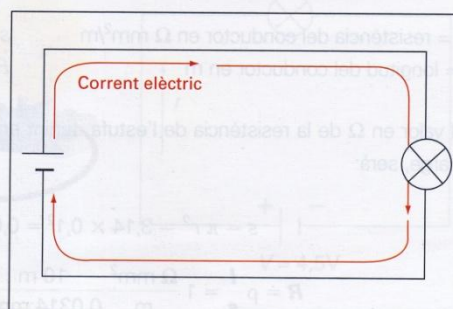
Els **conductors** són els cables que connecten els generadors i els receptors i són realment el camí que recorren les càrregues.

Perquè realment s'estableixi el circuit, els conductors han de tenir un camí continu. Si obrim aquest camí per un punt i el corrent elèctric deixa de passar, tampoc no existirà circuit elèctric.

Per tant, per obrir i tancar el circuit a voluntat pròpia s'insereixen al mig del circuit els **elements de comandament** o **maniobra**. Més endavant veurem que aquests elements poden ser interruptors, commutadors, etc.

La representació del circuit elèctric com el de la figura s'anomena **esquema**. Com podem apreciar, es fa a partir d'una sèrie de símbols normalitzats. Per analitzar els esquemes es pren com a sentit convencional del corrent el que va des del pol positiu fins al negatiu, tal com es pot apreciar en la figura de la dreta.

Sentit convencional del corrent elèctric



Recorda

El **potencial** en un punt és el treball necessari per vèncer les forces d'atracció de l'àtom per tal que els electrons es desplacin cap a aquest punt. Recorda també que la **tensió elèctrica** no és sinó una **diferència de potencial** entre dos punts entre els quals es produeix un desplaçament de càrregues.

Anàlisi

Busca un símil del concepte de circuit elèctric i raona per què ho és. Fes servir un dibuix si ho consideres necessari.



2

Representació

Copia al teu quadern la taula següent i completa-la.

15

3

Component	Símbol	Tipus de component
		Receptor



Qüestions senzilles

4

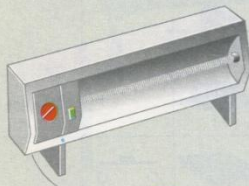
- Per què creus que el coure és el material més utilitzat com a conductor en les instal·lacions elèctriques?
- Quin és el material que condueix millor el corrent elèctric? Per què?



Problemes

5

- Es disposa d'un fil conductor de 1000 m de longitud i 2 mm de diàmetre, amb una resistència de 9 Ω. De quin material es tracta?



Fil de nicrom
 $l = 10 \text{ m}$
 $\phi = 0,2 \text{ mm}$

Magnituds elèctriques

Hi ha tres magnituds elèctriques que per la seva importància convé recordar:

- **Tensió**, també anomenada *diferència de potencial entre dos terminals d'un circuit o component*. És el treball necessari per desplaçar les càrregues elèctriques d'un terminal a l'altre.

La seva unitat de mesura és el **volt** (V), i es defineix com la tensió entre dos punts d'un conductor en què, per traslladar una càrrega de l'un a l'altre, cal exercir un treball d'1 joule.

- **Intensitat de corrent**. És la quantitat de càrregues elèctriques que travessen la secció d'un conductor en un temps determinat.

La seva unitat de mesura és l'**amper** (A).

- **Resistència**. És la dificultat que ofereixen els cossos al pas del corrent elèctric.

La seva unitat de mesura és l'**ohm** (Ω), i es defineix com la resistència que hi ha entre dos punts d'un cos quan s'hi aplica una tensió d'un volt i hi circula una intensitat d'un amper.

Material	Símbol	Resistència (ρ) Ω mm ² / m
Argent	Ag	0,016
Or	Au	0,024
Ferro	Fe	0,10-0,15
PVC	-	10 ²⁰
Alumini	Al	0,028
Coure	Cu	0,017
Niquel	Ni	0,08-0,011
Nicrom	-	1
Carbó	-	50

Els materials conductors també presenten una certa resistència al pas de les càrregues elèctriques, que depèn de la longitud, la secció i el tipus de material. Així, podem escriure:

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

ρ = resistència del conductor en Ω mm²/m
 l = longitud del conductor en m

s = secció del conductor en mm²
 R = resistència en Ω

El valor en Ω de la resistència de l'estufa, tenint en compte les dades del dibuix del marge, serà:

$$s = \pi r^2 = 3,14 \times 0,1^2 = 0,0314 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \frac{l}{s} = 1 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \frac{10 \text{ m}}{0,0314 \text{ mm}^2} = 315,45 \Omega$$

Mesura **Relació entre les magnituds elèctriques: llei d'Ohm**

A principis del segle XIX, el físic alemany **Georg Simon Ohm** va estudiar la relació que hi ha entre les magnituds elèctriques. Va comprovar que, en augmentar la tensió en un circuit elèctric, també hi augmentava el corrent; però, si en lloc d'augmentar la tensió augmentava la resistència, el corrent disminuïa.

Fruit d'aquesta experimentació, l'any 1827 va enunciar el que coneixem com a *lleis d'Ohm*, que diu:

La intensitat del corrent elèctric que circula per un circuit és directament proporcional a la tensió aplicada i inversament proporcional a la resistència del circuit.

La llei d'Ohm es pot formalitzar mitjançant l'expressió matemàtica següent:

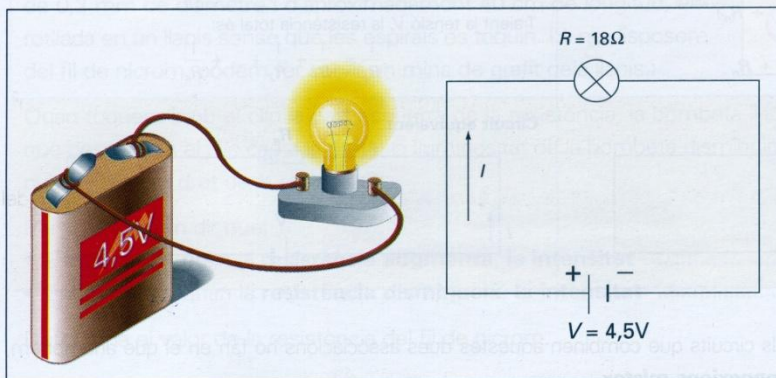
$$I = \frac{V}{R}$$

1 amper (A) = $\frac{1 \text{ volt (V)}}{1 \text{ ohm } (\Omega)}$

I = corrent elèctric
 V = tensió o d. d. p.
 R = resistència elèctrica

Així, en el circuit següent, si la tensió de la pila és de 4,5 V i la resistència de la bombeta és de 18 Ω , el corrent elèctric que hi circula serà:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{4,5 \text{ V}}{18 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$



Representació

15

6

- a) Fes la representació gràfica de la taula de sota i col·loca la tensió en l'eix d'ordenades i el corrent en l'eix d'abscisses.
- b) Què representa la línia resultant de la unió de tots els punts de la gràfica?

V (volts)	4	8	12	16	20	24
A (ampers)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

Anàlisi



7

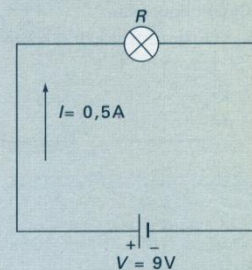
- Observa la taula de dalt. Quina relació hi ha entre cada casella de la fila superior i la seva corresponent de la fila inferior?

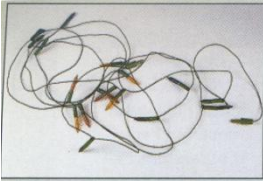
Problemes



8

- Calcula la resistència de la bombeta del circuit de sota. Quines conclusions treus en relació amb el circuit de l'esquerra?



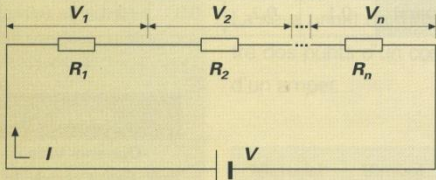
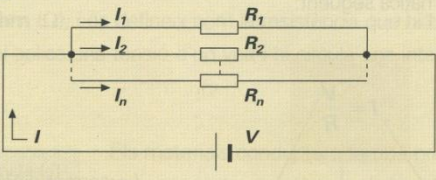
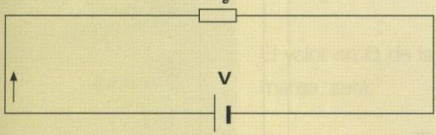
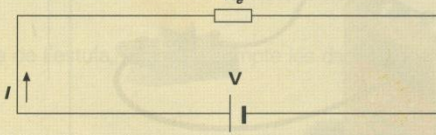


Bombetes d'un arbre de Nadal

Tipus de circuits

Quan es volen connectar dos o més receptors o generadors es pot fer de formes diferents. Les maneres de fer-ho s'anomenen *associació de receptors* o *generadors*. Segons el tipus d'associació els circuits es poden classificar en circuits en sèrie i en paral·lel.

- Per al cas de receptors, per exemple de tres bombetes, direm que estan associades en **sèrie** quan estan connectades l'una a continuació de l'altra, de manera que les recorre el mateix corrent.
- Per contra, diversos receptors estan associats en **paral·lel**, com es pot observar en la figura, quan els extrems de tots ells estan connectats a dos punts en comú, de manera que estan sotmesos a la mateixa tensió elèctrica.

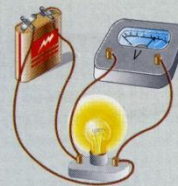
Associació en sèrie	Associació en paral·lel
<p>Circuit</p>  <p>$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$</p>	<p>Circuit</p>  <p>$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n$</p>
<p>Càlculs selectius</p> <p>Les caigudes de tensió en cada resistència aplicant la llei d'Ohm:</p> $V_1 = R_1 I; V_2 = R_2 I \dots V_n = R_n I_n \quad V = R_e I$ <p>Com que la tensió total serà la suma de les caigudes de tensió parcials:</p> $V = V_1 + V_2 + \dots + V_n; R_e I = R_1 I + R_2 I + \dots + R_n I$ <p>Traient el corrent:</p> $R_e I = R_1 I + R_2 I + \dots + R_n I$ <p>Per la qual cosa:</p> $R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	<p>Càlculs selectius</p> <p>El corrent que passa per cada resistència:</p> $I_1 = \frac{V}{R_1}; I_2 = \frac{V}{R_2}; \dots I_n = \frac{V}{R_n}$ <p>Com que el corrent total és la suma dels parcials:</p> $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ <p>Substituint pels valors de tensió i resistència:</p> $\frac{V}{R_e} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots + \frac{V}{R_n}$ <p>Traient la tensió V, la resistència total és:</p> $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
<p>Circuit equivalent</p> 	<p>Circuit equivalent</p> 

Els circuits que combinen aquestes dues associacions ho fan en el que anomenem **connexions mistes**.

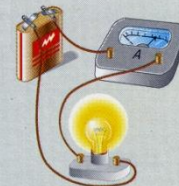
Mesura de les magnituds elèctriques

Per analitzar els circuits és imprescindible mesurar les magnituds elèctriques que hem vist fins ara.

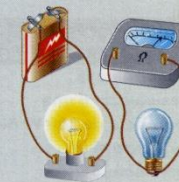
- **Tensió.** La tensió elèctrica, o d. d. p., es mesura amb un instrument anomenat **voltímetre**. Com que la funció del voltímetre és mesurar la tensió elèctrica entre dos punts d'un circuit, ha de connectar-se en paral·lel o derivació amb el component.
- **Intensitat.** Per mesurar la intensitat del corrent elèctric a través d'un circuit s'utilitza l'**amperímetre**. S'ha de connectar en sèrie amb els components del circuit, ja que d'aquesta manera el flux d'electricitat (els electrons) circularà per l'interior de l'amperímetre.
- **Resistència.** Per determinar la resistència elèctrica d'un determinat component ho podem fer de dues maneres:
 - Mesurant la tensió als borns del component i la intensitat que el travessa, i fent ús de la llei d'Ohm.
 - Amb un aparell anomenat **ohmímetre**. Quan mesurem la resistència elèctrica amb un ohmímetre, és necessari desconnectar la pila o generador del circuit, o bé treure fora del circuit el component que volem mesurar.



Mesura de tensions



Mesura de corrents



Mesura de resistències

9 Experiència

Mitjançant un circuit senzill, com el de la fotografia, podem comprovar experimentalment la relació entre les tres magnituds elèctriques.

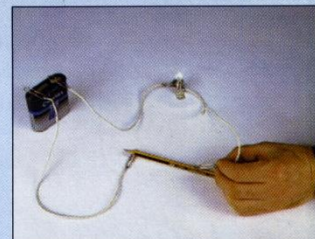
La pila de 4,5V proporciona una tensió constant al circuit. La resistència, a més de la pròpia de la bombeta, està formada per un fil de nicrom de 0,2 mm de diàmetre i d'aproximadament 40 cm de longitud, enrotllada en un llapis sense que les espirals es toquin. (Si no disposem del fil de nicrom, podem fer servir un mina de grafit dels llapis.)

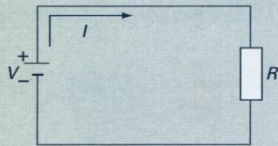
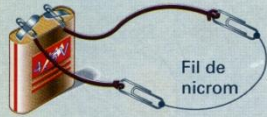
Quan toquem amb el clip la part esquerra de la resistència, la bombeta il·luminarà al màxim. A mesura que desplaçem el clip cap a la dreta, la lluminositat de la bombeta disminuirà, i arribarà al mínim quan toquem l'extrem dret de la resistència.

Per tant, podem dir que:

- En un circuit, quan la **resistència augmenta, la intensitat**
- En un circuit, quan la **resistència disminueix, la intensitat**

Determina el valor de la resistència del fil de nicrom.





La potència elèctrica

La **potència elèctrica** d'un determinat component o aparell s'obté multiplicant la seva tensió en borns per la intensitat del corrent que el travessa. Podem expressar-la mitjançant l'expressió següent:

$$P = V \times I$$

$$1 \text{ wat (W)} = 1 \text{ volt (V)} \times 1 \text{ amper (A)}$$

Aplicant la llei d'Ohm, sabem que:

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

Substituint aquest valor del corrent en l'expressió de la potència, ens queda:

$$P = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R};$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

O també: $V = R \times I$, per la qual cosa:

$$P = R \times I \times I = R I^2;$$

$$P = R \times I^2$$

Així, per exemple, calculem la **potència dissipada** per un fil de nicrom de 0,2 mm de diàmetre i de 31,4 cm de longitud, connectat als borns d'una pila de 4,5 V. Primer calculem la resistència del fil de nicrom, que valdrà:

$$R = \rho \frac{l}{s} = 1 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \times \frac{0,314 \text{ m}}{0,0314 \text{ mm}^2} = 10 \Omega$$

$$s = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ mm}^2$$

El corrent que circula pel fil de nicrom serà:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{4,5}{10} = 0,45 \text{ A}$$

Per tant, la potència dissipada en el fil és:

$$P = R \times I^2 = 10 \times 0,45^2 = 2,025 \text{ W}$$



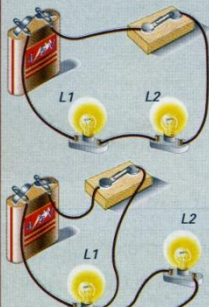
Problemes

- 10** Determina la resistència d'una bombeta de 100 W de potència si la connectem a una tensió de 220 V.



Anàlisi

- 11** Donats els circuits següents:



- a) Què passa en els circuits si es fon L_1 ?
b) Quan les dues bombetes estan enceses, en quin circuit es consumeix més potència? Per què?

Efecte calorífic del corrent elèctric

En l'exemple anterior, la circulació del corrent elèctric a través del fil de nicrom produeix en aquest un increment molt gran de la seva temperatura.

Aquest fenomen, que és la base de funcionament d'aparells com la planxa elèctrica, el radiador elèctric, la termoencoladora, etc., es coneix amb el nom d'**efecte Joule** i es pot enunciar així:

La quantitat de calor despresada per la circulació del corrent elèctric és directament proporcional al quadrat del corrent, a la resistència i al temps durant el qual circula l'esmentat corrent.

Per tant, podem escriure que:

$$Q = R \times I^2 \times t$$

$$1 \text{ joule (J)} = 1 \text{ ohm } (\Omega) \times 1 \text{ amper}^2 (\text{A})^2 \times 1 \text{ segon (s)}$$

Q = quantitat de calor
 R = resistència elèctrica
 I = corrent elèctric
 t = temps

Si volguéssim expressar la quantitat de calor (Q) en calories, l'equivalència entre aquesta i el joule és:

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ calories}$$

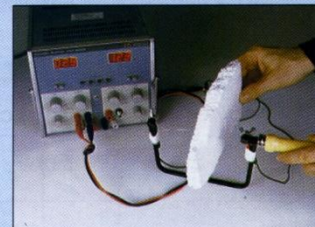
Per tant:

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

on s'obté Q en calories.

13 Experiència

L'objectiu d'aquesta experiència és fer el muntatge d'una serra tèrmica i després utilitzar-la per tallar porexpan, ja que el seu funcionament es basa en l'efecte Joule. S'ha de disposar d'un fil de nicrom de 0,2 mm de diàmetre i de 25 cm de longitud. Tal com indica la figura, col·locarem el fil en un arc de serra de marqueteria, amb l'ajut de dues pinces de cocodrill. El fil s'alimentarà a una tensió d'entre 9 V i 20 V.



Anàlisi

Com hem vist, els materials emprats per fabricar cables elèctrics són molt bons conductors. Tot i això, quan hi circula un corrent elèctric, es produeix l'efecte Joule. Per què?

12

