

1 Electricitat

Devers l'any 600 aC Tales de Milet ja descrivia el fenomen que apareixia quan es fregava l'ambre, que era capaç d'atreure alguns petits objectes. Sabies que "ambre" en grec es diu "elektron", et sona?. Val a dir que la paraula "electricitat" per descriure aquest tipus de fenòmens no es va utilitzar fins el 1600.

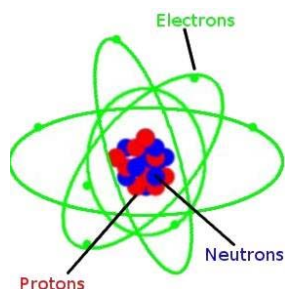
Durant molt temps els fenòmens elèctrics només es varen utilitzar per mostrar com a rareses en fires i circs.

Hi ha un gran enfilall de científics que han treballat en aquest camp, possiblement algun d'ells et soni: Franklin, Coulomb, Faraday, Volta, Galvani, Ampere, Ohm, Joule, Tesla... O no tan científics, com Thomas Alva Edison.



A finals del segle XIX comença la expansió d'aquest tipus d'energia degut principalment a la seva facilitat de generació, transport i transformació. L'emmagatzematge ja és una altra història (per no dir problema).

1.1 Què és l'electricitat?



Recordem que la matèria està formada per **molècules**, i aquestes alhora estan formades per **àtoms**. A més dins aquests àtoms hi ha tres tipus de partícules:

- Protons. Amb càrrega positiva (+).
- Electrons. Amb càrrega negativa (-).
- Neutrons. Sense càrrega.

Si hi ha el mateix nombre d'electrons que de protons, cosa bastant habitual, es diu que la càrrega de l'àtom és neutra. En cas que en predomini un dels dos la càrrega serà negativa o positiva, respectivament.

Els electrons de més enfora del nucli es poden alliberar de l'atracció d'aquest. En aquest cas s'anomenen **electrons lliures**. El **corrent elèctric** consisteix en el desplaçament dels electrons situats en òrbites més allunyades dels nuclis dels àtoms de que estan formades les substàncies.



A les substàncies que permeten aquest desplaçament de càrregues se les anomena **conductores**. Els conductors més emprats són el coure, l'alumini, l'acer, el bronze, l'or i la plata.

A les substàncies que posen dificultats al pas de corrent se les anomena substàncies **aïllants**. Les substàncies aïllants més freqüents són:

- Sòlides: vidre, porcellana, paper, fusta, plàstic, seda, mica, amiant i cautxú.
- Líquides: olis, alcohols, asfalts, ceres i parafina.
- Gasoses: aire.



També hi ha uns altres elements considerats intermitjos dels anteriors, anomenats **semiconductors**, que condueixen o no depenent de determinades condicions. Aquests són principalment el silici i el germani, els veurem en profunditat a la unitat d'electrònica.

1.2 Càrrega elèctrica

Acabam de veure que un material carregat és aquell que té uns quants electrons de més o de menys.

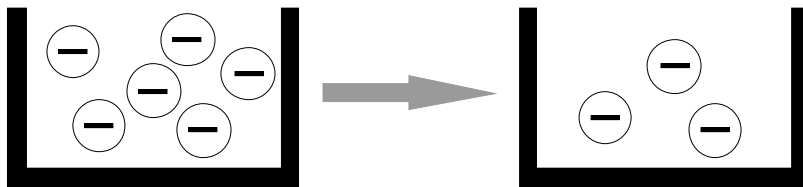
Al nombre d'electrons que té un material en excés se l'anomena **càrrega elèctrica** o **quantitat d'electricitat** (Q).

Per no haver de fer servir nombres gaire grans, s'empra com a unitat de quantitat d'electricitat el **coulomb** (C) en lloc del nombre d'electrons.

$$1\text{C} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e}$$

1.3 Corrent elèctric.

Hem comentat que l'estat habitual dels materials és sense càrrega elèctrica. Per això si un material està carregat té tendència a deixar anar aquesta càrrega a la primera oportunitat. Això provoca un moviment d'electrons des del material que en té de sobres al que no en tengui tants. Aquest moviment d'electrons s'anomena **corrent elèctric**.

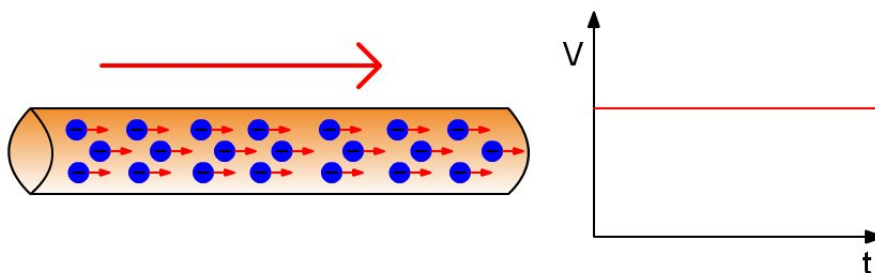


Aquest sentit de circulació d'electrons s'anomena **sentit real**.

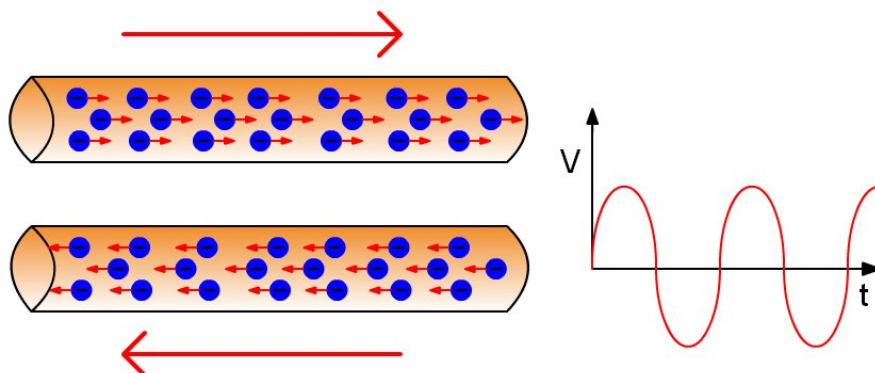
Habitualment es pren com a **sentit convencional** el contrari a l'anterior, és a dir, de positiu a negatiu.

Bàsicament hi ha dos tipus de corrent elèctric:

- **Corrent continu.** És aquell que quan circula per un circuit sempre té el mateix sentit i el seu valor és constant. És el que trobam als circuits amb piles.



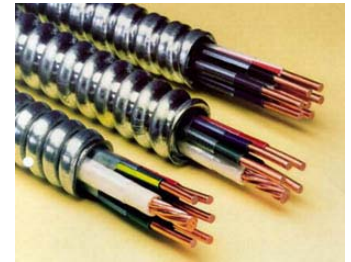
- **Corrent altern.** És aquell el sentit del qual s'inverteix periòdicament. A més el seu valor també es repeteix a intervals. És el que trobam en la instal·lació de les cases.



2 Magnituds elèctriques bàsiques

2.1 Resistència elèctrica

La resistència elèctrica indica la dificultat que posen els materials al pas de corrent elèctric. Aquesta dependrà del tipus de material i de les dimensions d'aquest. La resistència es mesura en **ohms** (Ω). També utilitzarem el seus múltiples el quiloohm ($k\Omega$) i megaohm ($m\Omega$).



Cada material ofereix una determinada dificultat al pas dels electrons. Per a poder-los comparar s'ha cercat i calculat aquesta resistència per unitat de material. S'anomena, **resistivitat** (ρ).

Per saber la resistència que ofereix un tros determinat de material hem d'aplicar la següent fórmula que relaciona la resistivitat amb les seves dimensions:

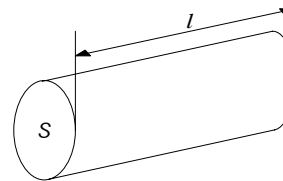
$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

on

ρ , és la resistivitat en $\Omega \cdot m$

l , és la llargada del material en m

S , és la secció del conductor en m^2



Material	Resistivitat
Plata	$0,01 \cdot 10^{-6}$
Coure	$0,017 \cdot 10^{-6}$
Alumini	$0,028 \cdot 10^{-6}$
Ferro	$0,132 \cdot 10^{-6}$
Or	$0,024 \cdot 10^{-6}$
Llautó	$0,080 \cdot 10^{-6}$
Mercuri	$0,942 \cdot 10^{-6}$
Aigua de mar	0,19
Aigua destilada	10.000
Vidre	10^{17}
Poliestiré	10^{20}

Tots els elements consumidors tendran una determinada resistència. Els cables de connexió també en tenen, però, en els muntatges que farem serà tan petita que no la tendrem en compte.

2.2 Intensitat de corrent

Es defineix **intensitat de corrent** (I) com la quantitat d'electricitat, mesurada en coulombs, que travessa una secció de conductor en un segon. La seva unitat és **l'ampere** (A). Ve donada per:

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

on

q , quantitat d'electrons, en coulombs (C)

T , temps, en segons

Exemple: Calcula la quantitat d'electricitat consumida per un trepant si l'utilitzam durant dues hores, absorbint una intensitat de corrent de 0,4 A.



2.3 Tensió elèctrica



Per a que es produeixi un corrent d'electrons des d'un element a un altre sabem que hi ha d'haver una diferència de càrrega entre un i l'altre. Aquesta diferència s'anomena **tensió, diferència de potencial (ddp) o voltatge**. Es mesura en **volts** (V).

Les preses de corrent de les cases solen tenir una tensió de 220 v. Les piles comercials van des d'1,5v a 9v. I les torres d'alta tensió poden arribar a tenir milers de volts.

2.4 Potència elèctrica

La **potència elèctrica** és la quantitat de treball (d'energia) desenvolupada o consumida per un sistema en una unitat de temps. Vé donada per l'expressió:

$$P = I \cdot V$$

Es mesura en **Watts (W)**.

2.5 Energia elèctrica

Energia elèctrica és la quantitat de treball desenvolupat o consumit per un sistema elèctric. Si ja sabem com és la quantitat de treball en un sol segon (potència elèctrica), trobarem l'energia amb l'expressió:

$$E = P \cdot t$$

Es mesura en **joules (J)**.

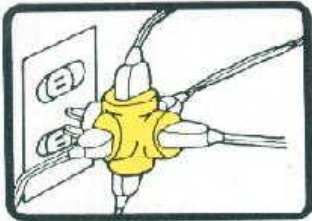


Generalment aquesta unitat és molt petita (per tant els nombres que ens resulten són molt grans) i de forma més corrent s'utilitza el quilowatt-hora (kWh). L'equivalència és:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Exemple: Tenim una serra de 150 W funcionant durant mitja hora. Quina quantitat d'energia consumirà? I si cada kWh val 0,09 € què ens costarà?

2.6 Energia calorífica



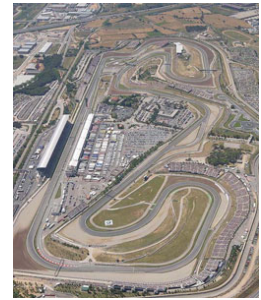
Quan l'energia elèctrica consumida per un receptor és transformada en calor per l'efecte Joule la quantitat de calor desenvolupada ve donada per la **lei de Joule**:

$$Q = 0,24 \cdot E$$

L'energia ha de ser en joules i el calor vendrà donat en **calories (Cal)**.

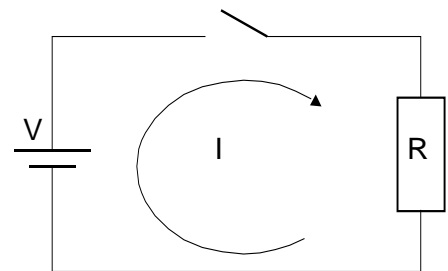
3 Circuits elèctrics, elements

Abans de començar hem de saber que és un circuit. Prova de descriure els dos circuits de les imatges. Què tenen en comú?



Un circuit elèctric és una agrupació d'elements pels quals hi passa un corrent elèctric. Un circuit simple està format per:

- Un **generador** que proporciona la diferència de potencial. Es caracteritza per la tensió que proporciona expressada en volts.
- Un **receptor**, caracteritzat per la seva resistència, que consumeix certa quantitat d'energia elèctrica.
- Elements de control i protecció**, que serveixen per dirigir el corrent elèctric allà on el volem. El més típic seria un interruptor per obrir i tancar el circuit.
- Conductors** que connecten els elements anteriors entre ells.



Anomenarem **circuit tancat** quan el corrent hi pot circular. En cas contrari és diu **circuit obert**.

Exemple: Descriu, ara, el circuit elèctric que apareix a l'inici de l'apartat. Com és tanca el circuit? Sabries fer l'esquema?

3.1 Llei d'Ohm



Les magnituds dels elements anteriors (voltatge, intensitat i resistència) es relacionen entre elles amb l'anomenada **llei d'Ohm**:

$$V = I \cdot R$$

Per tant, sempre que tinguem dues de les magnituds anteriors podrem obtenir la tercera sense cap dificultat.

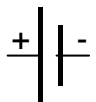
3.2 Elements generadors

Els generadors són sistemes que proporcionen una diferència de potencial entre els seus borns. Aquesta diferència s'obté a partir de la tensió elèctrica que es genera interiorment, anomenada **força electromotriu** (fem). La diferència de potencial en els borns és lleugerament inferior a la fem a causa de les pèrdues internes.

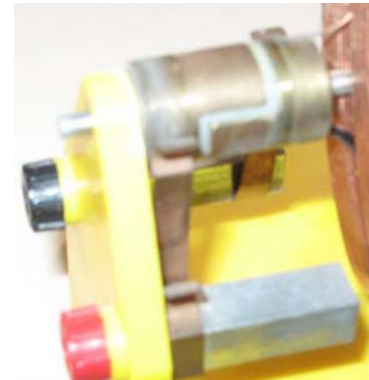
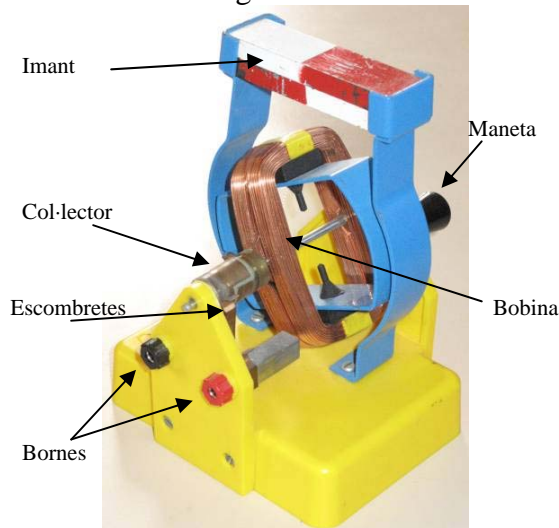
Hi ha generadors de dos tipus: de corrent continu (CC) i de corrent altern (CA).

Tipus de generadors:

- Les **piles** són unitats elementals que proporcionen una diferència de potencial constant entre els seus borns. L'energia l'obtenen a partir d'una transformació de l'energia química interna.



- Les **bateries** són associacions de dues o més piles en sèrie, de manera que es sumen les fem individuals i s'obtenen diferències de potencial més grans.
- Els **acumuladors** són piles o bateries que, en acabar-se les substàncies actives, poden recuperar-se altre cop en passar un corrent elèctric en sentit contrari proporcionat per un altre generador.
- Les **cèl·lules fotovoltaïques** transformen energia lluminosa en energia elèctrica. Estan compostes per una capa de silici que capta l'energia lluminosa (fotons).
- Les **dinamos** són màquines elèctriques que proporcionen una diferència de potencial constant entre els seus borns mitjançant la transformació d'energia mecànica en energia elèctrica. Això s'aconsegueix fent rodar una bobina entre dos imants.



Detall de les escombretes dels col·lectors.

- Els **alternadors**, com abans, transformen l'energia mecànica en energia elèctrica. Però en aquest cas el valor no és constant sinó que varia contínuament en forma d'ona. Els pols positius i negatius no són fixes, canvien cada cert temps. És a dir, generen corrent altern.

3.2.1 Transformador

El transformador no té cap part mòbil i no genera electricitat. El que fa és canviar la tensió de la sortida respecte a l'entrada.

S'utilitza per transportar electricitat entre centrals, subestacions i els consumidors finals, o bé per disposar de tensions diferents a les que es té.

3.3 Elements consumidors

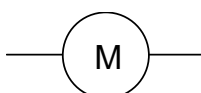
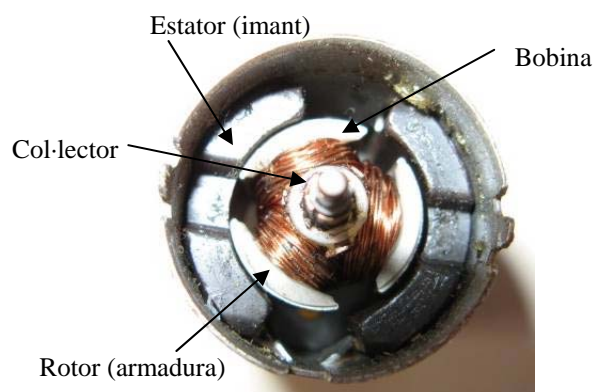
3.3.1 Motors elèctrics

Un motor és una màquina que permet transformar energia elèctrica en energia mecànica. En aplicar una tensió als seus borns d'entrada produeix un moviment de gir en l'eix de sortida i subministra un parell de forces i velocitat.

L'**estator** és una part fixa que produeix el camp magnètic, un imant.

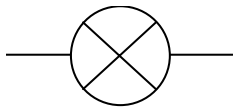
El **rotor** és una part mòbil que gira en aplicar-se la tensió.

El **col·lector** és on acaben les bobines mòbils. Frega amb les **escombretes** que hi fan arribar el corrent.



Hi pot haver motors de corrent continu (CC) i de corrent altern (CA). Per a aplicacions especials hi ha els motors **pas a pas**. Quan s'aplica una tensió només fan una part del gir.

3.3.2 Elements d'enllumenat



Els elements d'enllumenat són components elèctrics que transformen energia elèctrica en lluminosa. Alguns empen materials que es posen incandescents amb el pas de corrent elèctric.

- **Làmpares d'incandescència.** Estan formades per una ampolla de vidre plena de gas (argó i nitrogen) i un filament de tungstè que es posa incandescent amb el pas de corrent elèctric.

Aquesta casta de làmpares necessita un consum elevat respecte a la llum emesa. Aproximadament el 90% de l'energia consumida es transforma en energia calorífica.

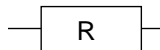
- **Làmpares fluorescents.** Funcionen per mitjà de la ionització d'un gas que es troba en el seu interior. La llum emesa per aquest gas no és visible i, per aconseguir que es vegi es posen partícules de fòsfor, que són les que s'il·luminen.

Les més conegudes són els **tubs fluorescents**, però s'està popularitzant l'ús de **bombetes de baix consum**.



3.3.3 Elements calorífics

Aquests elements utilitzen l'efecte Joule. Consisteix en aprofitar el calor produït quan el corrent elèctric passa a través d'una resistència. Són dels elements que consumeixen més potència. Els podem trobar com a elements de calefacció o integrats dins altres elements que necessiten generar calor.



3.3.4 Altres elements

A més dels elements vists en podem trobar d'altres que contenen els anteriors i altres en forma de circuits electrònics que poden tenir múltiples usos i aplicacions.

	Timbre
	Brunzidor
220 v 2 kW	Cuina
220 v 2 kW	Escalfador
220 v 2 kW	Calefacció
	Gelera

3.4 Elements de control

Els elements de control permeten fer anar, o no, el corrent elèctric allà on es necessita.

3.4.1 Interruptor

L'interruptor serveix per permetre o tallar el pas del corrent elèctric a través d'un circuit. Està format per dues làmines metàl·liques subjectes a una base aïllant que, per mitjà de pressió o lliscament, s'uneixen o es separen.

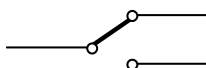
S'utilitza per posar en marxa i aturar qualsevol casta d'element elèctric.



3.4.2 Commutadors

Els commutadors serveixen per desviar el corrent elèctric (commutador senzill) o bé fer una inversió de la connexió (commutador de creuament).

Un **commutador senzill** està format per una base aïllant que suporta una làmina metàl·lica unida a un dels seus borns de connexió i als borns de sortida. Un sistema de balancí o de lliscament permet el moviment de la làmina.





Un **commutador d'encreuament** està constituït per dues làmines metàl·liques suportades per una base aïllant on es troben els borns. En actuar sobre el commutador es pot obtenir la sortida directa o inversa.



3.4.3 Polsadors

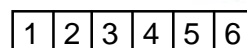
Els pulsadors poden permetre o no el pas del corrent elèctric segons que s'hi actuï. Estan constituïts per un suport aïllant on es troben els borns de connexió i una part mòbil en que es troben una làmina metàl·lica i una molla que permet el retorn a la posició de repòs del pulsador.

	Normalment Obert (NO)	Normalment Tancat (NT)
Sense pitjar	No permet el pas de corrent	Permet el pas de corrent
Pitjar	Permet el pas de corrent	No permet el pas de corrent
Símbol		

3.5 Elements de connexió

Seveixen per construir, i accedir, la instal·lació de corrent de forma segura.

- **Endolls.** Són les preses de corrent. Formades per dues peces metàl·liques protegides per material aïllant. N'hi ha de molts tipus i models. Poden tenir toma de terra o no.
- **Portalàmpares.** Consisteixen en un casquet roscat amb uns contactes. Venen protegits amb material aïllant per facilitar la substitució de la bombeta.
- **Regletes.** Formades per connectors que permeten subjectar els conductors amb dos pernès. Estan recobertes de material aïllant. Serveixen per fer connexions, ja sigui de derivació o de continuació. Les connexions s'han de fer sempre dins les **caixes de derivació**, mai dins el tubs.



3.6 Elements de protecció

Els elements de protecció serveixen per protegir les persones, els aparells o les instal·lacions de sobrecàrregues o derivacions a terra.

3.6.1 Fusibles



Protegeixen els aparells i instal·lacions d'intensitats més grans de les que poden suportar. Formats per una base aïllant amb un conductor que es fon quan no pot suportar el calor generat per una intensitat gran.



3.6.2 Interruptors automàtics

Interrompen el corrent quan es compleixen unes determinades condicions. N'hi ha de diferents tipus:

- **Tèrmics.**
- **Magnètics.**
- **Magnetotèrmics.** Protegeixen de sobreescalfament i curtcircuit.
- **Diferencials.** Permeten detectar la diferència de corrent que circula pels conductors. Si no hi ha pèrdues el valor ha de ser igual.

Els veurem en més profunditat en fer distribució domèstica de l'electricitat.

Normes de seguretat

- La instal·lació elèctrica no s'ha de manipular sense desconnectar el subministrament d'energia en la caixa general de distribució.
- No manipular mai cap aparell connectat al corrent. S'ha de revisar abans de connectar-ho.
- No fer cap manipulació elèctrica amb mans banyades. Tenir els aparells allunyats de fonts d'humitat.
- Els escalfadors elèctrics han d'estar lluny de l'endoll. Al bany no és recomanable l'ús de calefactors portàtils, ni d'aparells elèctrics manuals.
- No acostar els cables conductors a fonts de calor o de fregament.
- No posar fusibles amb amperatges massa alts, ja que no compleixen la seva funció.
- Abans de canviar un fusible, detectar i reparar l'avaria que l'ha fet fondre.
- Els endolls de força han d'anar protegits amb presa de terra.
- No connectar més d'un aparell per endoll.
- Les instal·lacions exteriors han d'estar protegits per ID d'alta sensibilitat.

3.7 Primers auxilis

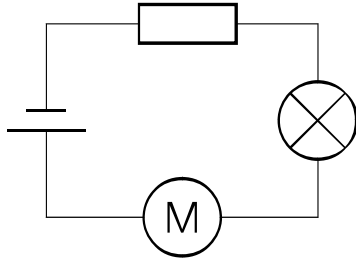
Quan hi ha un accident elèctric el més important és separar la víctima de la font d'electricitat que li ha produït la descàrrega. Per evitar que afecti a la persona que ajuda s'ha de tenir en compte:

- Tallar ràpidament el corrent. Desconnectant l'aparell o el quadre general.
- Si no es pot fer, posar-se sobre material aïllant i, sense tocar directament la víctima, separar-la del conductor.
- Si és possible provocar un curtcircuit a terra, fer-ho.
- No moure les persones que hagin caigut a terra, ja que poden tenir altres lesions. Tapar la víctima amb una manta i cridar assistència.
- Si és necessari, efectuar respiració artificial immediatament. S'ha de continuar durant tres o quatre hores encara que no hi hagi signes de vida.

4 Circuits elèctrics, exemples

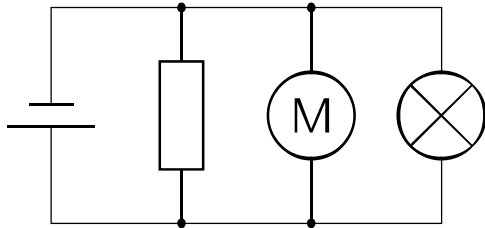
Anem a descriure uns quants exemples de circuits típics, diferents modes de connexió dels seus elements i aplicacions.

4.1 Connexió d'elements en sèrie



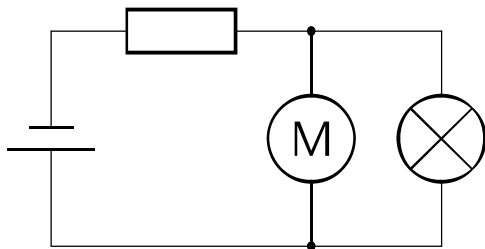
Els elements estan connectats un darrere l'altre. El corrent (I) que passa per tots serà el mateix. El que varia d'un a l'altre serà la diferència de potencial (V).

4.2 Connexió d'elements en paral·lel



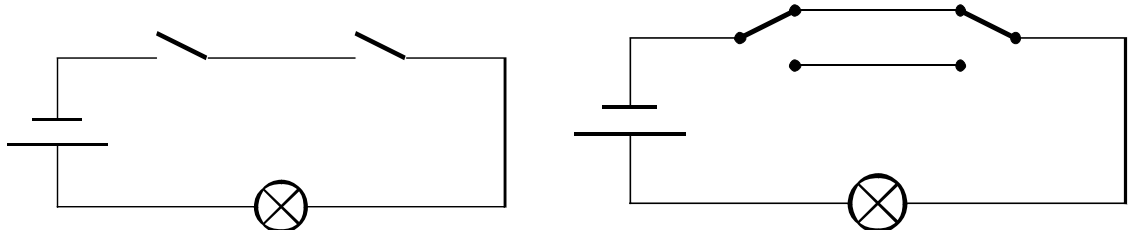
Els elements estan connectats al mateix punt. El corrent (I) s'ha de repartir entre ells. Entre cadascun d'ells hi ha sempre la mateixa diferència de potencial (V).

4.3 Connexió mixta



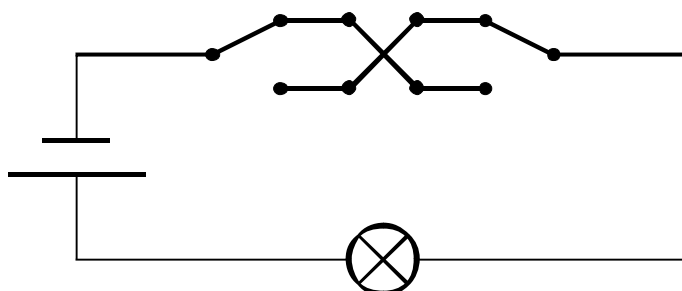
És una mescla de les anteriors. És possible calcular les intensitats i els voltatges. No ho farem aquest curs.

4.4 Encendre un llum des de 2 llocs diferents



Observa el funcionament dels dos circuits de les figures anteriors. Compara'ls amb el que tens a l'habitació per encendre el llum.

4.5 Encendre un llum des de 3 llocs diferents

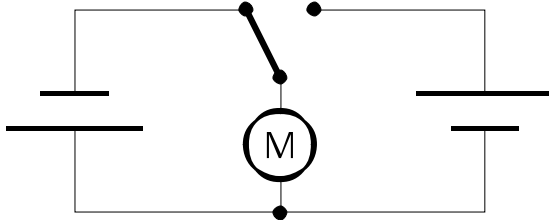


4.6 Canvi de sentit d'un motor.

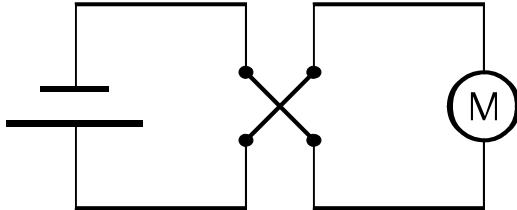
Sabem que segons com estigui connectat un motor elèctric de corrent contínua girarà en un sentit determinat. Anem a veure diferents formes de canviar aquest sentit de gir.

a) Manualment. És evident, si giram la pila o canviem els contactes canviarà el sentit de gir. És tan evident com poc pràctic.

b) Amb un commutador convencional



c) Amb un commutador de creuament



d) Amb un commutador doble

