

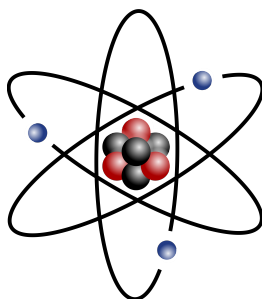
Capítol 1

Electricitat

1.1 L'àtom

La matèria està formada per càrregues elèctriques positives (**protons**), càrregues elèctriques negatives (**electrons**) i càrregues elèctriques neutres (**neutrons**). Dins de l'àtom aquestes càrregues estan distribuïdes de la següent manera:

- Dins del nucli hi trobem els protons i els neutrons units entre ells pel que s'anomena força nuclear forta.
- Al voltant del nucli, orbitant, hi trobem els electrons.



Les càrregues elèctriques entre elles es comporten d'una manera similar a com es comporten dos imans de manera que, quan juntem dues càrregues que tenen el mateix signe es repellen i quan les càrregues tenen signe contrari s'atrauen.

Per defecte, la matèria és un **cos** carregat elèctricament de manera **neutre** i, per tant, té el mateix nombre de càrregues negatives que positives. Ara bé, és habitual que els cossos interactuin amb altres i en conseqüència, perdin o guanyin electrons. En aquests casos, quan un cos perdi electrons direm que és un **cos carregat positivament** i quan un cos guanyi electrons direm que és un **cos carregat negativament**.

1.2 Electricitat dinàmica i estàtica

Com hem vist anteriorment, és possible que els cossos perdin o guanyin electrons de manera espontània. Aquest excés de càrrega, positiva o negativa, és el que s'anomena **electricitat**

estàtica. Per tant, l'electricitat estàtica es produeix quan un cos està carregat elèctricament i aquests electrons no es poden desplaçar.

Per altre banda, és possible que aquests desequilibris d'electrons es condueixin de manera controlada se'n permeti una circulació. D'aquest fet n'anomenarem **electricitat dinàmica** (o simplement electricitat). Aquest moviment dels electrons és el que posteriorment anomenarem corrent. De tipus de corrent en podem diferenciar dos:

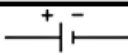


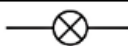


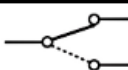
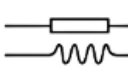
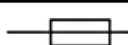
- Corrent continu: els electrons es mouen sempre en una mateixa direcció.
- Corrent altern: el sentit en el que avancen els electrons està constantment invertint-se.

1.3 El circuit elèctric

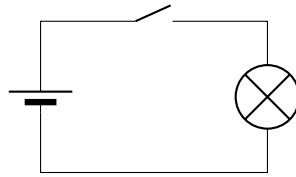
Els **circuits elèctrics** són camins tancats per on circula el corrent elèctric. Els elements més bàsics que hi podem trobar són:

- Generadors: elements que impulsen els electrons. Per exemple, una pila.
- Receptors: elements que transformen l'energia elèctrica en un altre tipus d'energia. Per exemple, una bombeta.
- Elements de control: obren i tanquen el circuit o en regulen la potència. Per exemple, un interruptor.
- Elements de protecció: obren el circuit quan detecten perill. Per exemple, un fusible.
- Cables: uneixen tots els elements del circuit.

Els elements que apareixen en els circuits tenen una **simbologia** concreta que permeten que tots els dissenys siguin entesos per qualsevol persona del món. A continuació, veiem alguns d'aquests símbols més habituals:

Element del circuit	Símbol
Generador (c.c.)	
Generador (c.a.)	
Conductor	
Làmpada	
Motor	
Interruptor	
Commutador	
Resistència	
Fusible	

Exemple: Dibuixem utilitzant la simbologia un circuit que tingui una pila, un interruptor i una bombeta.



A partir d'ara, el que farem serà analitzar circuits elèctrics. Per fer-ho, estudiarem tres magnituds físiques: el voltatge, la intensitat i la resistència.

- El **voltatge** o tensió elèctrica: és el treball que s'ha de fer sobre una càrrega elèctrica per a portar-la des d'un punt A a un punt B. La unitat del voltatge són els Volts [V] i es poden mesurar en un circuit amb un voltímetre.
- La **intensitat** o corrent elèctrica: és la quantitat de càrrega que circula en un circuit elèctric per unitat de temps. La unitat de la intensitat són els Amperes [A] i es poden mesurar en un circuit amb un amperímetre.
- La **resistència**: és la oposició del material amb que està fet el circuit al pas del corrent elèctric. La unitat de la resistència són els Ohms [Ω] i es poden mesurar en un circuit amb un ohmímetre.

1.3.1 La Llei d'Ohm

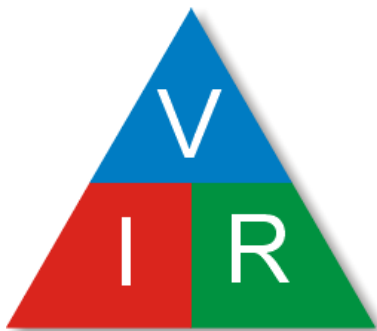
Les tres magnituds físiques comentades anteriorment es relacionen gràcies a la **Llei d'Ohm**. L'expressió matemàtica que les relaciona ve donada per:

$$V = R \cdot I$$

On V és el voltatge, R és la resistència i I és la intensitat. Tot i això, veiem que la forma donada anteriorment és molt útil per conèixer el voltatge però podem aïllar les variables i obtenir altres expressions equivalents de la mateixa llei:

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

Com és habitual confondre les expressions anteriors, a continuació, veuràs una regla mnemotècnica per a poder recordar-les bé totes:



D'aquesta manera, quan volguem conèixer una magnitud només l'haurem de tapar en el triangle i ens donarà la manera com es relaciona amb les altres dues magnituds.

Exemple: Tenim un circuit amb una pila de 25V per on hi circula una intensitat de 4A. Quina és la resistència del circuit?

Com volem conèixer la resistència, tapem la R del triangle anterior i ens indica que $R = \frac{V}{I} = \frac{25}{6} = 6,25 \Omega$. \square

Exemple: Tenim un circuit amb una pila de 12V amb una resistència de 10 Ω . Quina és la intensitat del circuit?

Com volem conèixer la intensitat, tapem la I del triangle anterior i ens indica que $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1,2 V$. \square

Exemple: Tenim un circuit amb una resistència de 5 Ω per on hi circula una intensitat de 0,8A. Quin és el voltatge de la pila?

Com volem conèixer el voltatge, tapem la V del triangle anterior i ens indica que $V = R \cdot I = 5 \cdot 0,8 = 4 A$. \square

1.3.2 Associació de components en sèrie i en paral·lel

Fins ara hem vist, circuits elèctrics que tenien un únic generador o un únic receptor. Els circuits que veurem a partir d'ara connectaran diferents components en disposicions sèrie i paral·lel (en general veurem resistències i generadors). Tot i això, abans de parlar d'aquestes disposicions, és necessari definir el concepte de **resistència equivalent**,

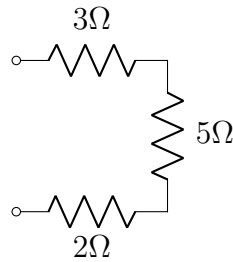
La **resistència equivalent** R_{eq} és aquella que en col·locar-la en substitució d'un conjunt de resistències produeix exactament el mateix efecte que si es connectes una única resistència de valor resistència equivalent.

El **generador equivalent** ε_{eq} és aquell que en col·locar-la en substitució d'un conjunt de generadors produeix exactament el mateix efecte que si es connectes un únic generador de valor generador equivalent.

Ara ja sí, veiem quin efecte es produeix en el moment que connectem diferents generadors o resistències en sèrie o paral·lel.

L'**associació de resistències en sèrie** es produeix quan l'extrem d'una resistència està connectat amb l'extrem de la resistència consecutiva. Dit d'una altre manera, es produeix en el moment que la intensitat que circula per la primera resistència és igual a la que circula per la segona. Matemàticament, l'associació de resistències en sèrie es comporta com una resistència equivalent de valor la suma de les resistències.

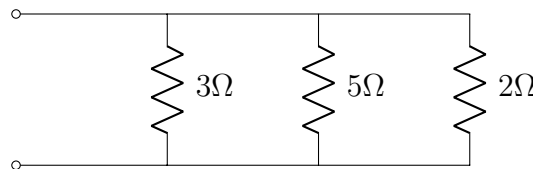
Exemple: Calcula la resistència equivalent del següent circuit:



Com que les resistències estan en sèrie, la resistència equivalent és $R_{eq} = 3 + 5 + 2 = 10\Omega$. \square

L'**associació de resistències en paral·lel** es produeix quan un dels extrems de totes les resistències de l'agrupació estan connectades al mateix punt. Dit d'una altra manera, es produeix entre dues o més resistències entre les quals el corrent que circulava pel circuit ha estat dividit entre les diferents resistències que formen l'agrupació. Matemàticament, l'associació de resistències en paral·lel es comporta com una resistència equivalent de valor la inversa de la suma de les inverses de les resistències.

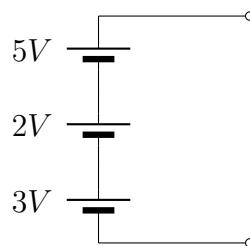
Exemple: Calcula la resistència equivalent del següent circuit:



Com que les resistències estan en paral·lel, la resistència equivalent és $R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{31}{30}} = \frac{30}{31} \approx 0,9677 \Omega$. \square

L'**associació de generadors en sèrie** es produeix entre dos o més generadors connectats de manera que el pol positiu d'un generador es connecta amb el pol negatiu d'un altre generador. Matemàticament, el generador equivalent es comporta com un generador equivalent de valor la suma dels voltatges.

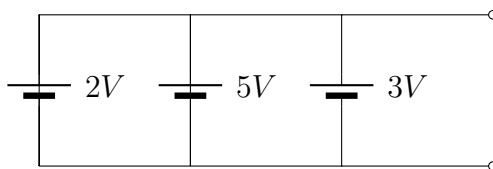
Exemple: Calcula la generador equivalent del següent circuit:



Com que els generadors estan en sèrie, el generador equivalent és $\varepsilon_{eq} = 3 + 5 + 2 = 10 V$. \square

L'**associació de generadors en paral·lel** es produeix entre dos o més generadors connectats de manera que el pol positiu d'un generador es connecta al mateix punt que el pol positiu d'un altre generador. El generador equivalent s'expressa matemàticament com un generador equivalent de valor el voltatge del generador amb més voltatge.

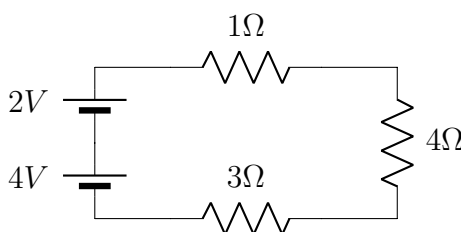
Exemple: Calcula el generador equivalent del següent circuit:



Com que els generadors estan en paral·lel, el generador equivalent és $\varepsilon_{eq} = 5 \text{ V}$. \square

Com hem vist en l'exemple anterior, el circuit no té cap mena de sentit i, per tant, quan vulguem connectar generadors en paral·lel, tots els generadors han de tenir el mateix voltatge. L'avantatge de connectar els generadors d'aquesta manera és que la intensitat que circula pel circuit ve donada per tots els generadors i, per tant, dura més temps.

Exemple: Donat el següent circuit,

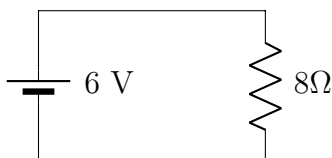


Calcula:

- El generador equivalent
- La resistència equivalent
- El circuit equivalent
- La intensitat equivalent

Solució:

- Com les dues piles estan en sèrie, aleshores el generador equivalent és $\varepsilon_{eq} = 2 + 4 = 6 \text{ V}$.
- Com les tres resistències estan en sèrie, aleshores la resistència equivalent és $R_{eq} = 1 + 4 + 3 = 8 \Omega$.
- El circuit equivalent és aquell que conté un únic generador i una única resistència, per tant, el dibuix seria:



- La intensitat equivalent serà aquella que circula pel circuit equivalent i per tant, obeeix la llei d'Ohm. Per tant,

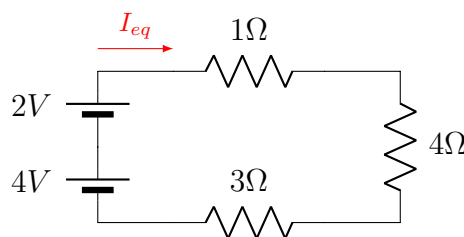
$$V = R \cdot I \quad \rightarrow \quad I = \frac{V}{R} = \frac{6}{8} = 0,75 \text{ A}$$

1.3.3 Caiguda de tensió

Com he vist en els temes anteriors, resumidament podem dir que la intensitat ens informa de la quantitat d'electrons que circulen pel circuit, les resistències intenten impedir aquest pas dels electrons i el voltatge és aquella "energia" que tenen els electrons per circular pel circuit.

Doncs bé, aquests electrons perden energia cada cop que han de superar una resistència i, per tant, hi ha una caiguda de voltatge, o com s'anomena habitualment, una **caiguda de tensió**. Aquesta quantitat d'energia que es perd ve determinada novament a partir de la Llei d'Ohm.

Exemple: En l'exercici anterior ja hem calculat la intensitat equivalent. Doncs si tornem al circuit amb tots els components, aquesta intensitat equivalent és la que surt de les piles cap al circuit.

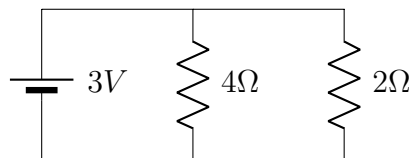


Per tant, la caiguda de tensió que es produirà a la primera resistència serà $V_1 = R_1 \cdot I_1 = 1 \cdot 0,75 = 0,75 \text{ V}$. D'igual manera, la caiguda de tensió que es produirà a la segona resistència serà $V_2 = R_2 \cdot I_2 = 4 \cdot 0,75 = 3 \text{ V}$. Finalment, la caiguda de tensió que es produirà a la tercera resistència serà $V_3 = R_3 \cdot I_3 = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ V}$. \square

1.3.4 Divisor de corrent

Hem vist anteriorment que quan tenim una agrupació de resistències en paral·lel la intensitat es divideix entre les diferents branques del circuit. Ara bé, com ho fa? Ho veiem en el següent exemple.

Exemple:



Calculem primer la intensitat equivalent del circuit. Per això, hem de calcular primer la resistència equivalent.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{2}} = \frac{1}{0,25 + 0,5} = \frac{1}{0,75} = 1,3 \Omega$$

Utilitzant la llei d'Ohm podem calcular la intensitat equivalent:

$$I_{eq} = \frac{V}{R} = \frac{3}{1,3} = 2,25 \text{ A}$$

Recordem que aquesta intensitat que hem calculat és la que surt de les piles. Ara calculem la intensitat que circula per cada una de les resistències.

La intensitat que passarà per la primera resistència de $R_1 = 4 \Omega$ la podem calcular com

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_{eq} = \frac{2}{4 + 2} \cdot 2,25 = 0,75 \text{ A}$$

La intensitat que passarà per la primera resistència de $R_2 = 2 \Omega$ la podem calcular com

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_{eq} = \frac{4}{4 + 2} \cdot 2,25 = 1,5 \text{ A}$$

Fixa't que $I_1 + I_2 = 0,75 + 1,5 = 2,25 = I_{eq}$.

□

Com hem vist en l'exemple anterior, passa més intensitat per aquella resistència que és més petita.

