

## 6 Llei de Ohm pel corrent continu. Lleis de Kirchhoff

Un corrent elèctric és un flux de càrrega que passa per un punt determinat. Per definir el corrent elèctric farem el següent. Considerem una secció d'un conductor. El corrent que atravesa l'àrea es defineix com la quantitat de càrrega que travesa aquesta àrea per unitat de temps. Si  $\Delta Q$  és la càrrega que flueix a través de l'àrea en el temps  $\Delta t$ , el corrent es:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (25)$$

Es pren com sentit positiu del corrent el contrari al flux d'electrons.

### 6.1 Llei de Ohm i resistència

En aquesta secció considerarem situacions d'equilibri en les quals la càrrega lliure es mou per un conductor. Experimentalment s'obté que en els conductors la diferència de potencial entre dos punts és proporcional al corrent  $I$  que circula. Aquest resultat es coneix com a *Llei de Ohm*. La constant de proporcionalitat es denota per  $R$

$$V = RI \quad (26)$$

La unitat de resistència en el  $SI$  s'anomena Ohm ( $\Omega$ ). La resistència d'un conductor depèn de la longitud, de l'àrea de la seva secció transversal, del tipus de material i de la temperatura, però pels materials que obeeixen la llei d'Ohm, no depèn de la intensitat  $I$  del corrent que hi circula. Aquests materials, entre els que es troben la majoria dels metalls, s'anomenen òhmics. Per altres materials la llei d'Ohm tal com l'hem escrit no és vàlida, això ens fa veure que aquesta no és una llei fonamental com per exemple les lleis de Newton, sino una descripció empírica d'una propietat que és compartida per molts materials. En els materials òhmics, la resistència d'un conductor és proporcional a la longitud del conductor i inversament proporcional a l'àrea de la seva secció transversal. La constant de proporcionalitat s'anomena *resistivitat*  $\rho$  del conductor.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (27)$$

el recíproc de la resistivitat és la conductivitat  $\sigma$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (28)$$

La resistivitat (i la conductivitat) depèn de la temperatura.

## 6.2 Energia en els circuits elèctrics

La potència perduda en un conductor al fluir una intensitat  $I$  sota una diferència de potencial  $V$  és

$$P = VI \quad (29)$$

Fent servir la definició de resistència  $R = \frac{V}{I}$  queda

$$P = (IR)I = I^2R \quad (30)$$

L'energia cedida a un conductor rep el nom de *calor per efecte Joule*. Per tal de tenir un corrent estacionari necessitem disposar d'una font d'energia elèctrica. Un aparell o dispositiu que proporciona energia elèctrica rep el nom de *font de força electromotriu* o simplement *font de fem*. Una bateria real és més complicada que una font de fem senzilla. La diferència de potencial entre els borns de la bateria, anomenada *tensió en borns*, no és simplement la fem de la mateixa. Una font de fem ideal manté una diferència de potencial constant independentment de la intensitat que hi circula per ella. En una bateria real la tensió en borns disminueix al augmentar la intensitat. Representarem una bateria real com una font de fem més una resistència petita  $r$ , anomenada resistència interna de la bateria.

## 6.3 Circuits de corrent continu

En aquesta secció estudiarem circuits senzills compostos de piles i resistències connectades en diverses combinacions.

### 6.3.1 Resistències en sèrie i paral·lel

Dues resistències  $R_1$ ,  $R_2$  connectades de forma que circuli la mateixa càrrega per les dues es diu que estan connectades en sèrie. La caiguda de potencial entre les resistències es

$$V = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

sovint es pot simplificar l'anàlisi d'un circuit que té resistències en sèrie substituint aquestes per una sola resistència equivalent que ens proporcionï la mateixa caiguda de potencial quan circula per ella la mateixa intensitat  $I$ . La resistència equivalent per les resistències en sèrie és la suma de les resistències originals:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \quad (31)$$

Quan existeixin més de dues resistències en sèrie, la resistència equivalent és:

$$\mathbf{R}_{eq} = \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2 + \dots \quad (32)$$

Dues resistències unides de forma que el corrent es divideixi entre elles es diu que estan unides en paral·lel. Com la càrrega elèctrica es conserva, la suma de les intensitats que circulen per les resistències ha de ser igual a la que hi entrava

$$\mathbf{I} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2$$

el potencial que cau en cadascuna és

$$\mathbf{V} = \mathbf{I}_1 \mathbf{R}_1 = \mathbf{I}_2 \mathbf{R}_2$$

de forma que de les dues equacions anteriors s'obté

$$\mathbf{I}_1 = \frac{\mathbf{R}_2}{\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2} \mathbf{I} \quad (33)$$

$$\mathbf{I}_2 = \frac{\mathbf{R}_1}{\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2} \mathbf{I} \quad (34)$$

i la resistència equivalent a aquestes dues serà

$$\frac{1}{\mathbf{R}_{eq}} = \frac{1}{\mathbf{R}_1} + \frac{1}{\mathbf{R}_2} \quad (35)$$

resultat que es pot generalitzar a qualsevol nombre de resistències connectades en paral·lel

$$\frac{1}{\mathbf{R}_{eq}} = \frac{1}{\mathbf{R}_1} + \frac{1}{\mathbf{R}_2} \dots \quad (36)$$