

# Correnti e conduzione

## Corrente

**FILO** - Dato un filo, si definisce la corrente elettrica  $I \equiv dQ/dt$  in un dato punto come la quantità di carica  $dQ$  che attraversa il punto in un intervallo temporale  $dt$  (l'unità di misura è l'Ampère)

**IN GENERALE** - Passando da un filo ad un sistema generale, si definisce la densità di corrente elettrica  $\mathbf{J}(r)$ . Viene stabilito per convenzione che la direzione del vettore  $\mathbf{J}$  è la direzione del moto di cariche positive.

$$I = \Phi_{\mathbf{J}} = \int dS \mathbf{J} \cdot \mathbf{n}.$$

## Conservazione della carica

**FILO** - ogni filo ha  $I$  costante

**NODI** - nei nodi, con  $Q \neq 0$  solo in un condensatore, oggetto su cui si accumulano le cariche

$$\dot{Q}_{in} = -\sum I_i$$

**IN GENERALE**

$$\dot{Q}_{in} = -\Phi_{\mathbf{J}}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0$$

## Legge di Ohm e resistenza

in un filo di lunghezza  $L$  e sezione  $S$  sottoposto a differenza di potenziale  $V$  scorre una corrente  $I$  data da

$$I = \frac{V}{R}, \quad R = \rho \frac{L}{S}$$

$R$  è detta resistenza ed ha dimensioni  $[R] = V/A \equiv \Omega = \text{Ohm}$ , quindi  $[\rho] = \Omega \cdot m$ . La costante  $\rho$  (detta resistività) ed il suo inverso  $\sigma = 1/\rho$  (detta conducibilità) dipendono solo dal materiale e dalla temperatura

**IN FORMA GENERALE**

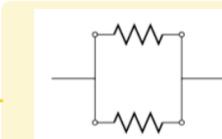
$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} = \frac{\mathbf{E}}{\rho}$$

**RESISTENZE IN SERIE**



$V_1 = R_1 I$  e  $V_2 = R_2 I \Rightarrow V_1 + V_2 = (R_1 + R_2) \cdot I$  in accordo con la geometria  $L = L_1 + L_2$ .

**RESISTENZE IN PARALLELO**



$V = R_1 I_1 = R_2 I_2 \equiv R(I_1 + I_2) = R(1/R_1 + 1/R_2)V$  da cui  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ , in accordo con la geometria  $S = S_1 + S_2$

**LEGGE DI OHM CON RESISTIVITÀ**

$$\rho = m_e / e^2 n_e \tau$$

## Costante dielettrica complessa

$$\hat{\epsilon} = \epsilon + \frac{1}{i\omega\rho}$$

$$\nabla \cdot (\hat{\epsilon} \mathbf{E}) = \rho_{fix}, \quad \hat{\epsilon} = \epsilon + \frac{1}{i\omega\rho} = \epsilon \left( 1 + \frac{1}{i\omega\tau} \right) \quad \tau = \epsilon\rho$$

## Correnti alternate

Nel tempo le soluzioni si uniscono -> per la resistenza

Da eq. diff. si passa a eq. algebrica - Possiamo moltiplicare/dividere per  $i\omega$  anziché derivare/integrare

La sua parte reale è  $\epsilon_0/|Z|$

Quanto oscilla ->  $|Z|$

Ritardo (fase) ->  $\delta$

$$\hat{I} = \frac{\hat{\epsilon}}{Z}$$

$$Z = \frac{1}{i\omega C}$$

impedenza di una capacità

## Circuiti

**LEGGI DI KIRCHHOFF**

$$\sum_A I_{A \rightarrow B} = 0.$$

$$0 = \sum V_{AB}$$

## Effetto Joule

Gli elettroni e le altre cariche conducono elettricità come  $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$  in quanto vengono accelerati da  $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$  ma fanno frequenti urti caotici, cedendo l'eccesso di energia cinetica che hanno acquistato al materiale, che quindi si riscalda. Questo viene detto effetto Joule

$$W = IV$$

Nel caso speciale di una resistenza, in cui  $V = IR$ , questa formula implica l'effetto Joule:

$$W = I^2 R = \frac{V^2}{R}.$$

**FORMULA GENERALE**

$$W = \sum \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{v}_i = \int dV n \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = \int dV n q \mathbf{E} \cdot \mathbf{v} = \int dV \mathbf{E} \cdot \mathbf{J}$$

**DENSITÀ VOLUMETRICA DI POTENZA**

$$w = \frac{dW}{dV} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{J}$$