

LA CORRENTE ELETTRICA E IL CIRCUITO ELETTRICO ELEMENTARE

Danilo Saccoccioni

In generale si ha una *corrente elettrica* quando in una zona dello spazio vi sono cariche elettriche che si muovono in modo più o meno ordinato (pertanto non parleremo più di *elettrostatica*, ma di *elettrodinamica*). Introduciamo ora la grandezza fisica *intensità di corrente elettrica*, che costituisce una delle sette grandezze fondamentali previste dal Sistema Internazionale; a tale scopo, per semplicità facciamo riferimento ad un grande numero di cariche elettriche positive che si muovono ordinatamente lungo una struttura cilindrica, per esempio da sinistra a destra:

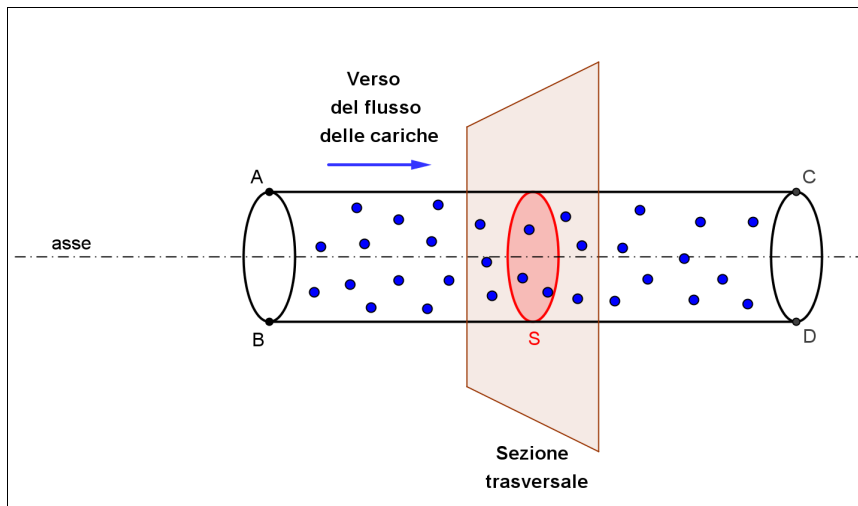


Fig. 1 – Struttura cilindrica utilizzata per definire l'intensità di corrente elettrica.

Indichiamo con il simbolo ΔQ la carica totale che attraversa la sezione trasversale S nell'intervallo di tempo Δt ; ovviamente ΔQ coincide con la somma delle cariche elementari (cioè relative a ciascuna particella) che nel tempo Δt attraversano S. Ebbene, sotto queste ipotesi si definisce *intensità di corrente elettrica* la seguente grandezza:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

In pratica l'intensità di corrente elettrica misura quanta carica attraversa una superficie nell'unità di tempo. L'unità di misura nel Sistema Internazionale è l'ampere (dal nome del fisico francese André-Marie Ampère [1775-1836]), simbolo A.

Fra i modi più semplici di provocare una corrente elettrica, vi è sicuramente il caso di un filo metallico collegato ad una pila:

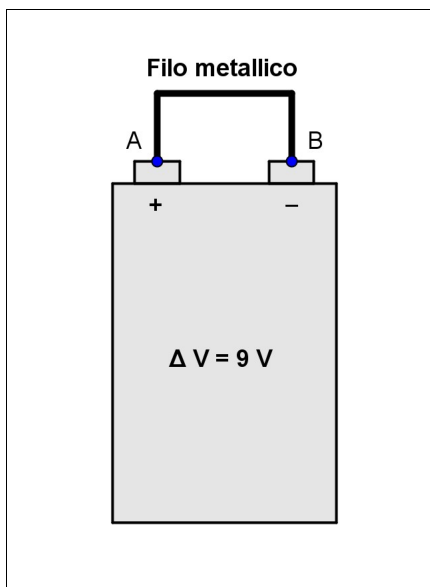


Fig. 2: Filo metallico collegato ad una pila

Quello che succede all'interno del filo può essere ben rappresentato dal cilindro della figura 1. Infatti a proposito dei metalli sappiamo che gli elettroni più esterni della struttura atomica (detti *elettroni di conduzione*) possono essere considerati liberi di muoversi all'interno del materiale, poiché sono debolmente legati ai nuclei; ciò implica che la presenza di un campo elettrico (internamente al filo), imposto mediante l'applicazione di una differenza di potenziale fra gli estremi del filo grazie alla pila, determini una forza sugli stessi elettroni in modo da farli spostare ordinatamente, proprio come in figura 1. In particolare, poiché gli elettroni sono negativi, essi tendono a spostarsi dall'estremo B all'estremo A del filo, generando una corrente elettrica. Nonostante nella realtà siano dunque gli elettroni negativi a muoversi nel filo da B ad A, nulla cambia macroscopicamente se invece consideriamo fittizie *cariche positive* spostarsi da A a B (cioè in verso contrario rispetto a quello degli elettroni): in tal modo è più semplice convincersi che il verso naturale da assegnare alla corrente elettrica nel filo è quello dal morsetto + al morsetto - della pila.

Ricordiamo che tutte le particelle che formano la struttura microscopica di un materiale – quindi, in particolare, anche gli elettroni di conduzione – si muovono a causa dell'agitazione termica in modo completamente caotico fra innumerevoli urti. E' chiaro, dunque, che il moto ordinato della corrente elettrica (*moto di deriva*) si sovrappone al moto di agitazione termica degli elettroni di conduzione.

I dispositivi fisici che, come la pila, sono in grado di imporre una certa differenza di potenziale fra due morsetti sono chiamati *generatori di tensione elettrica*, dove il termine *tensione* è del tutto equivalente a *differenza di potenziale*. La pila impone una tensione elettrica grazie a reazioni chimiche di ossidoriduzione al suo interno, ma è possibile imporre una tensione anche in altri modi, per esempio con l'ausilio di campi magnetici (dinamo, alternatori ecc...), come avviene per la produzione industriale destinata alla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Ci chiediamo, ora, che tipo di relazione matematica esista fra l'intensità di corrente elettrica che attraversa il filo della figura 2 e la differenza di potenziale ai suoi estremi. Ebbene, sperimentalmente è possibile verificare la seguente legge, detta **legge di Ohm** (dal nome del fisico tedesco Georg Simon Ohm [1789-1854]):

*L'intensità di corrente elettrica I che attraversa un filo è per molti materiali direttamente proporzionale alla differenza di potenziale ΔV fra gli estremi del filo; la costante di proporzionalità fra ΔV ed I si chiama **resistenza elettrica del filo** e si misura in ohm (simbolo Ω):*

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

Ricordiamo che la rappresentazione cartesiana di una legge di proporzionalità è costituita da una retta passante per l'origine:

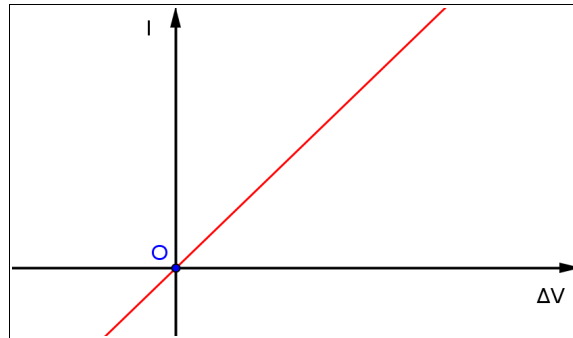


Fig. 3: Rappresentazione cartesiana della legge di Ohm

La situazione fisica illustrata dalla figura 2 viene rappresentata dallo schema elettrico seguente (circuito elettrico elementare):

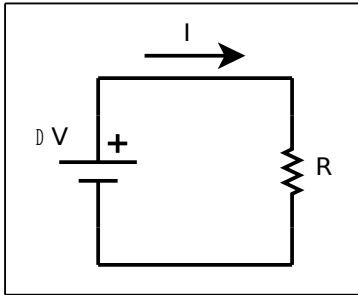


Fig. 4

Schema del circuito elettrico elementare.

Sono evidenziati gli elementi fondamentali:

- il generatore di tensione elettrica ΔV (cioè la pila della fig. 2);
- la resistenza R (legata al filo della fig. 2);
- la corrente elettrica di intensità I ;

Per convenzione in uno schema elettrico i collegamenti hanno carattere ideale, cioè la resistenza si immagina concentrata nell'elemento grafico corrispondente ad R .

Vogliamo concludere parlando degli aspetti energetici del sistema di figura 2. Se in un tempo Δt una stessa quantità di carica $\Delta Q = I \cdot \Delta t$ lascia il morsetto positivo e viene acquisita dal morsetto negativo, possiamo affermare che il lavoro compiuto dal generatore (in questo caso la pila) su tale carica ΔQ sia

$$L_{AB} = \Delta Q \cdot (V_A - V_B) = \Delta Q \cdot \Delta V = I \cdot \Delta t \cdot \Delta V$$

Tale lavoro viene dissipato nel filo manifestandosi sotto forma di calore (infatti gli elettroni di conduzione, accelerati dal campo elettrico determinato dalla pila, urtano contro la struttura cristallina, trasferendo a quest'ultima la propria energia cinetica e facendo aumentare, così, la temperatura del filo); in particolare la potenza elettrica vale:

$$P = \frac{L_{AB}}{\Delta t} = \Delta V \cdot I = \frac{\Delta V^2}{R} = R \cdot I^2$$

La potenza calcolata con la formula precedente corrisponde, ad esempio, a quella dissipata nella resistenza di uno scaldabagno.

Segnaliamo, infine, che la resistenza R di un filo lungo l e di sezione S è data dalla seguente formula, ricavabile sperimentalmente:

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

dove ρ è una grandezza chiamata resistività ed è tipica di ciascun materiale (si consulti la tabella nel libro di testo); la sua unità di misura è $\Omega \cdot m$, come si ricava immediatamente dalla formula precedente.