

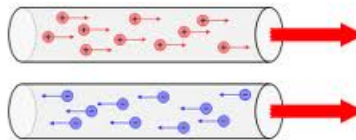
Michele D'Amico (primiere)

CORRENTE ELETTRICA

6 May 2012

Introduzione

La corrente elettrica può essere definita come il movimento ordinato di cariche elettriche, dove per convenzione si stabilisce la direzione del movimento delle cariche elettriche positive come verso generale della corrente elettrica:



Si definisce intensità di corrente, la grandezza scalare I ottenuta dal rapporto della quantità di carica dq che passa attraverso una superficie S nel tempo:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Nel SI l'intensità di corrente si misura in ampere (A).

Se l'intensità di corrente e la sua direzione non variano nel tempo, la corrente è detta continua e la sua intensità è uguale alla carica q che passa attraverso la superficie S nell'unità di tempo:

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

Collegando un generatore elettrico ad un conduttore metallico, all'interno di questo si stabilisce un campo elettrico $\mathbf{E}$, dovuto al generatore elettrico, il quale muove gli elettroni del conduttore metallico nella direzione di $-\mathbf{E}$, tale movimento di elettroni è detto corrente di conduzione.

Vettore densità di corrente

Il vettore densità di corrente $\mathbf{J}$ è utilizzato per descrivere il movimento di un gran numero di cariche elettriche, attraverso una superficie S , quindi esso è diretto nel verso del movimento delle cariche positive ed è misurato in:

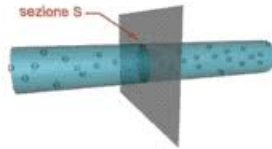
$$\frac{A}{m^2}$$

Sapendo che in un conduttore metallico la corrente di conduzione è dovuta al movimento degli elettroni, in tal caso la densità di corrente è:

$$\mathbf{J} = n_0 e \bar{\mathbf{v}}$$

dove n_0 rappresenta la quantità di elettroni della corrente di conduzione per unità di volume, e rappresenta la carica elettrica dell'elettrone ed infine $\bar{\mathbf{v}}$ rappresenta la velocità media degli elettroni di conduzione, la quale non è molto alta infatti, in modulo, è al massimo pari a:

$$|\bar{\mathbf{v}}| = 10^{-4} \frac{m}{s}$$



Intensità di corrente elettrica funzione della densità di corrente

In un conduttore, l'intensità di corrente può essere determinata considerando il flusso del vettore densità di corrente $\mathbf{J}$ attraverso una qualunque superficie S normale al conduttore:

$$I = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S}$$

Principio di continuità

Considerando l'intensità di corrente elettrica funzione della densità di corrente:

$$I = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S}$$

si ha che essa è stazionaria se $\mathbf{J}$ si mantiene costante nel tempo in ogni punto.

Quindi considerando un filo conduttore percorso da una corrente I stazionaria e la regione di spazio all'interno di tale filo conduttore limitata da una superficie chiusa S' la quale delimita il volume V' , la relazione precedente rappresenta il flusso di $\mathbf{J}$ esteso alla superficie S' .

Considerando una corrente I non stazionaria, si ha che $\mathbf{J}$ è funzione del tempo e della posizione nel filo, ciò significa che la relazione precedente rappresenta la rapidità con cui la carica in ogni istante esce dal volume V' , dove:

$$\int_{V'} \rho dV$$

è la quantità di carica presente all'interno di V' in ogni istante.

Per il principio di conservazione della carica, nessuna carica carica può uscire da V' senza che in esso vi sia una diminuzione di carica, pertanto si ha:

$$\int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{d}{dt} \int_{V'} \rho dV$$

a questo punto facendo contrarre V' attorno ad un suo punto (x,y,z) l'ultima espressione diventa, in termini di divergenza:

$$\text{div} \mathbf{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

la quale rappresenta il principio di continuità per la corrente di conduzione.

nota: Per una corrente stazionaria, indipendente dal tempo, facendo contrarre V' attorno a un suo punto, si ha:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

dove ciò implica che:

$$\text{div} \mathbf{J} = 0$$

Conducibilità elettrica e resistività

In un conduttore metallico la relazione tra la densità di corrente ed il campo elettrico è la seguente:

$$\mathbf{J} = \gamma \mathbf{E}$$

dove:

$$\gamma = \frac{n_0 e^2 \lambda}{m u}$$

è detta conducibilità elettrica del conduttore, nella quale m è la massa dell'elettrone, e rappresenta la carica dell'elettrone, n_0 è la quantità di elettroni nel metallo per unità di volume, u è la velocità media degli elettroni la quale dipende dalla temperatura assoluta T del metallo, infine il parametro:

$$\lambda \approx \frac{1}{T^n}$$

con:

$$n \geq 1$$

rappresenta il cammino libero medio degli elettroni il quale dipende dalla temperatura assoluta T del metallo.

Si definisce resistività l'inverso della conducibilità elettrica di un conduttore:

$$\rho = \frac{1}{\gamma}$$

la cui dipendenza dalla temperatura è espressa mediante la seguente relazione:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha T)$$

dove ρ_0 rappresenta la resistività del conduttore a 0 gradi centigradi, T è la temperatura in gradi Celsius del conduttore ed infine α è detto coefficiente di temperatura, dove per la maggior parte dei metalli, alla temperatura:

$$0^\circ C \leq T \leq 100^\circ C$$

si ha:

$$3,3 \leq \alpha \leq 6,2$$

Resistenza elettrica e legge di Ohm

Considerato un filo conduttore, di sezione S e lunghezza l , con intensità del campo elettrico E e densità di corrente J costanti per tutti i punti del filo, dove ciò significa che la corrente che attraversa il filo è una corrente stazionaria I , indicando con V_{ab} la d.d.p. agli estremi del filo conduttore, si ha che:

$$E = \frac{V_{ab}}{l}$$

mentre:

$$J = \frac{I}{S}$$

dove in generale, la d.d.p ai capi del conduttore di lunghezza $\mathbf{L}$, in cui è applicato un campo $\mathbf{E}$ è:

$$V_{ab} = - \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L}$$

il cui integrale è riferito alla linea descritta dal filo.

Si definisce resistenza, una caratteristica elettrica del conduttore, definita dal seguente rapporto:

$$R = \frac{V_{ab}}{I}$$

detto legge di Ohm, dove R, Vab ed I sono grandezze macroscopiche misurabili.

Nel SI la resistenza R è misurata in ohm Ω , dove:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Per un filo conduttore di sezione S, si ha che la resistività può essere espressa mediante la resistenza R, infatti:

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{V_{ab}/l}{I/S} = R \frac{S}{l}$$

Forza elettromotrice

I generatori elettrici generano un campo elettrico all'interno di un circuito e mantengono una d.d.p. tra due punti del circuito ai quali sono collegati, dove si dice che tali dispositivi sono sorgenti di forza elettromotrice (f.e.m.) espressa dalla seguente relazione:

$$E = \frac{dL}{dq}$$

dalla quale si osserva come la f.e.m. esegue un lavoro sui portatori di carica, il quale implica una trasformazione di energia, ad esempio in una batteria l'energia chimica è trasformata in energia elettrica.

Sempre dalla relazione precedente, considerando le variazioni di energia nel tempo, si ha:

$$E = \frac{dL/dt}{dq/dt} = \frac{P}{I}$$

dove P è la potenza erogata dal generatore, mentre I è la corrente che circola nel circuito.

nota: La f.e.m. di un generatore è misurata in volt.

Considerato un sistema chiuso costituito da un generatore elettrico, detto sorgente, e da un dispositivo che funziona con energia elettrica, detto carico, collegati elettricamente tra loro (questo sistema forma un circuito chiuso), supponendo che nel circuito scorra una corrente stazionaria I uguale in qualsiasi parte del circuito (in tal caso il collegamento tra sorgente e carico è detto in serie), in questo circuito si ha che la d.d.p. fra un estremo del generatore e vari punti del circuito diminuisce procedendo nel senso della corrente, si ha cioè una caduta di tensione.

A questo punto supponendo i collegamenti elettrici tra generatore e carico ideali, ovvero questi consentono il passaggio della corrente elettrica senza che ai loro estremi vi sia caduta di tensione, si ha solo una caduta di tensione passando da un'estremo all'altro del carico, dove tutto ciò, per il principio di conservazione dell'energia, significa che nel carico vi è assorbimento di energia elettrica, e se l'energia elettrica è trasformata in calore, il carico si comporta come un resistore di resistenza R .

Supponendo che per il resistore valga la legge di Ohm, indicando con V_{ab} la caduta di tensione ai capi a e b del resistore, per il principio di conservazione dell'energia, si ha:

$$dL = Edq = E(Idt) = V_{ab}Idt = RI^2dt$$

dove considerando la potenza si ha:

$$P = EI = RI^2$$

con EI potenza erogata e RI^2 potenza assorbita e trasformata in calore.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Premiere:la-corrente-elettrica-vista-da-un-perito-elettronico>"