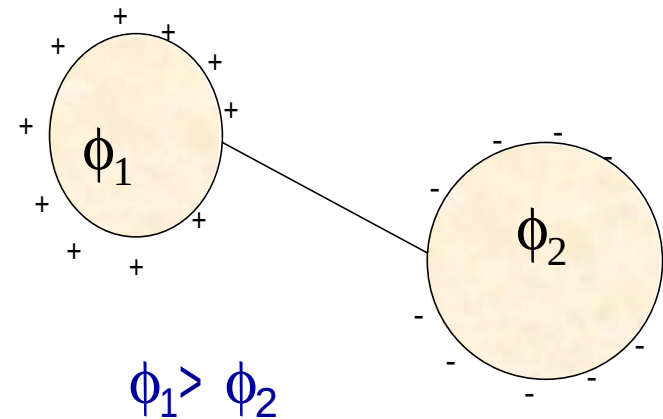


CORRENTE ELETTRICA

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta Q / \Delta t = dq/dt$$

Intensità di corrente



La definizione implica la scelta di un verso positivo della corrente.
Per convenzione, il verso positivo della corrente è parallelo al moto delle cariche positive.

L' unità di misura della intensità di corrente nel SI è l' ampère A, che è una grandezza fondamentale del SI.

L' esempio dato mostra una situazione non stazionaria.

La differenza di potenziale dal suo valore massimo si porta a zero, così come il campo elettrico e l' intensità di corrente.

Il regime stazionario si raggiunge se si mantiene fissa la differenza di potenziale.

Il dispositivo usato deve dunque trasportare le cariche continuamente contro il campo elettrico.

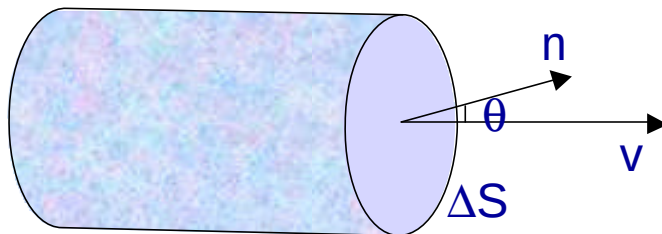
Le forze sviluppate non sono forze elettrostatiche.

$$\Delta I = \mathbf{j} \cdot \mathbf{n} \Delta S$$

$\mathbf{j}$ è la densità di corrente

$$\mathbf{j} = qN\langle \mathbf{v} \rangle$$

Q carica, N numero di portatori,
 $\langle \mathbf{v} \rangle$ velocità media



CONSERVAZIONE DELLA CARICA ELETTRICA

Prendiamo un volume V che contiene la carica Q . Se la carica diminuisce nel volume della quantità dQ/dt , altrettanta carica deve fluire attraverso la superficie chiusa S che contorna V .

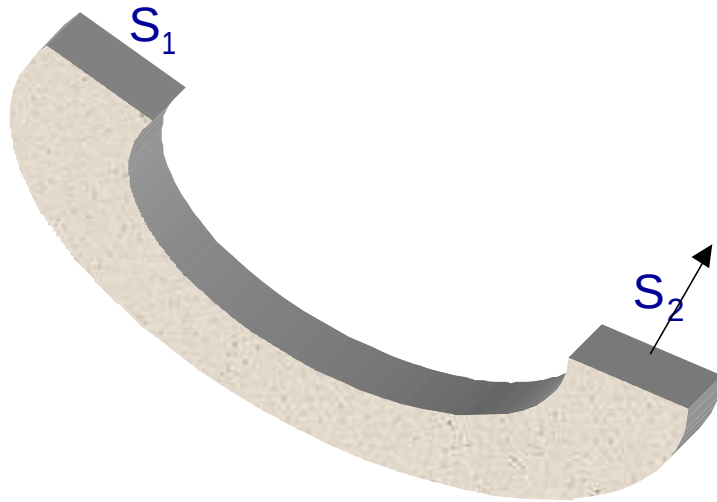
$$-\frac{dQ}{dt} = \int_S \bar{j} \cdot \hat{n} dS$$

$$-\frac{d}{dt} \int_V r dV = - \int_V \frac{\partial r}{\partial t} dV = \int_V \bar{\nabla} \cdot \bar{j} dV$$

$$-\frac{\partial r}{\partial t} = \bar{\nabla} \cdot \bar{j}$$

EQUAZIONE DI CONTINUITA'

Riprendendo l' esempio dei due conduttori, notiamo che la densità di carica è in ogni punto variabile nel tempo. Dunque è diversa da zero la divergenza di $\mathbf{j}$, e quindi il flusso di $\mathbf{j}$ è diverso da zero.



$$\int_{S_1} \bar{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS + \int_{S_{21}} \bar{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS = -\frac{dQ_{12}}{dt}$$

$$I_1 = -\int_{S_1} \bar{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS$$

$$I_2 = +\int_{S_{21}} \bar{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS$$

$$I_1 - I_2 = -\frac{dQ_{12}}{dt}$$

Nel caso stazionario, che si può ottenere utilizzando un generatore che mantenga costante $\varphi_2 - \varphi_1$, la densità di carica e l'intensità di corrente non dipendono dal tempo. Dunque:

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

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0$$

Il vettore densità di corrente è solenoidale

LEGGI DI OHM

In un conduttore filiforme sia mantenuta costante la differenza di potenziale

La relazione che lega V e I , esiste e per molti conduttori è lineare

Sperimentalmente:

$$V=RI$$

Legge di Ohm

Con R **resistenza elettrica** del conduttore. Nel SI R si misura in ohm (Ω)

R dipende dalle caratteristiche del conduttore: geometria e materiale.
Inoltre dipende dallo stato fisico, temperatura, concentrazione, ecc.)

$$R = r \frac{l}{S}$$

ρ =Resistività (Ωm)

l = lunghezza del conduttore

S = sezione del conduttore

Nel caso più generale di un conduttore non filiforme:

$$dV = E \cdot dl = dR \cdot dI$$

$$dI = j dS$$

$$E dl = r \frac{dI}{dS} j dS$$

$$E = r j$$

$$\bar{E} = r \bar{j}$$

$$\bar{j} = g \bar{E}$$

g conduttività elettrica

La legge di Ohm è una legge fenomenologica. Si trova che la forza agente sulle cariche che contribuiscono alla corrente è proporzionale al campo elettrico, il campo è proporzionale alla densità di corrente e quest' ultima è proporzionale alla velocità dei portatori di carica.

Dunque la forza non è proporzionale all' accelerazione, ma alla velocità. UHH?

Esistono allora a livello microscopico forze dissipative, che rendono disordinato il moto dei portatori, i quali urtano contro le impurezze, per esempio.

Detto τ il tempo medio intercorrente fra due urti successivi, F la forza e m la massa:

$$\langle v \rangle = t \frac{F}{m}$$

In generale, il numero di portatori di carica è indipendente dal campo elettrico e la densità di corrente è proporzionale al campo applicato.

$$\bar{j} = Nq \langle \bar{v} \rangle = Nq t \frac{\bar{F}}{m}$$

$$\bar{F} = q \bar{E}$$

$$\bar{j} = \frac{Nq^2 t}{m} \bar{E}$$

$$g = \frac{Nq^2 t}{m}$$

Questo spiega il motivo per cui la legge di Ohm non sia universalmente valida:
ad esempio in una scarica elettrica in un gas, si formano nuovi portatori
di carica per urti

BILANCIO ENERGETICO NEL PASSAGGIO DI CORRENTE

Per mantenere costante I in un conduttore è necessario mantenere costante ai suoi capi la d.d.p. V . Questo implica che nella resistenza R venga dissipata energia.

Se nell' intervallo dt una carica dq attraversa il conduttore, il lavoro fatto per riportarla nella posizione originale sarà Vdq .

La potenza impiegata:

$$w = V \frac{dQ}{dt} = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

EFFETTO JOULE, la resistenza
si scalda per effetto della potenza dissipata

GENERATORI DI FORZA ELETTROMOTRICE

In un generatore devono essere presenti forze non elettrostatiche.

Si abbia un circuito in cui sono presenti un generatore e un resistore. Si prenda all' interno del circuito una linea chiusa tangente in ogni punto alla corrente, sarà:

$$\oint \vec{j} \cdot d\vec{s} \neq 0$$

$$\vec{j} = g\vec{E}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} \neq 0$$

Per cui **E** non è conservativo. In condizioni statiche, però, non è valida, dunque, almeno in un tratto di circuito non vale.

Deve essere cioè che corrente e campo siano diretti in verso opposto, ma allora devono essere presenti forze non elettrostatiche.

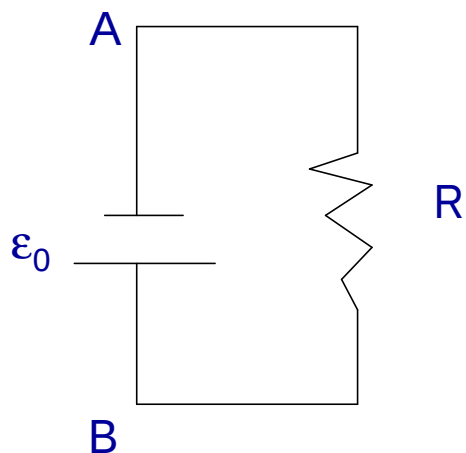
All' interno di un generatore è esattamente quanto accade.

Definiamo **forza elettromotrice** la componente tangente della forza agente sull' unità di carica integrata in quel tratto di circuito

$$f.e.m. = \int \frac{\overline{F}}{q} \cdot d\overline{s}$$

La fem ha dimensioni di una differenza di potenziale e si misura in volt

Il generatore di fem ha una resistenza interna per la quale nel seguito assumiamo che valga la legge di Ohm.

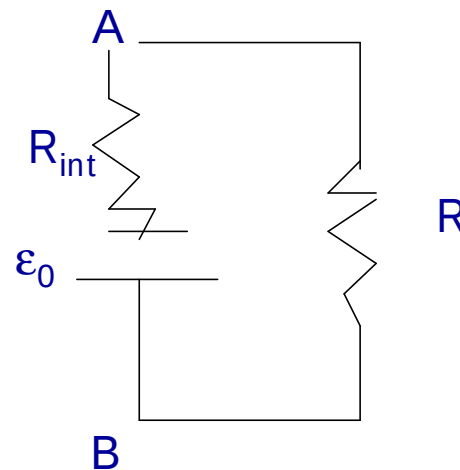


$$\epsilon_0 = IR + IR_{\text{int}}$$

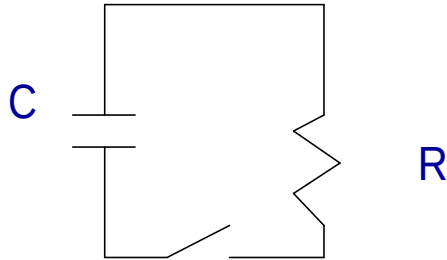
$$I = \frac{e_0}{R + R_{\text{int}}}$$

$$V = RI = \frac{e_0}{1 + \frac{R_{\text{int}}}{R}}$$

FisGen2 - M.P. De Pascale



SCARICA DI UN CONDENSATORE



$$V(t) = Q(t)/C$$

$$I(t) = -dQ/dt = -V(t)/R$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{RC} = 0$$

$$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$Q(0) = Q_0$$

$RC = \tau$ è la costante di tempo del circuito, rappresenta l'ordine di grandezza del tempo impiegato dal condensatore a scaricarsi sulla resistenza.

In un tempo pari a τ la carica del condensatore vale $1/e$ volte il valore iniziale.

L' energia dissipata sulla resistenza è:

$$dL = \frac{V^2}{R} dt = \frac{V_0^2}{R} e^{-2t/RC} dt$$

$$V(t) = V_0 e^{-t/RC}$$

$$V(0) = V_0$$

$$L = \int_0^{\infty} \frac{V_0^2}{R} e^{-2t/RC} dt = \frac{CV_0^2}{2}$$

CARICA DEL CONDENSATORE

$$e_0 - V(t) = RI = R \frac{dQ}{dt}$$

d.d.p. ai capi di R

$$R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} - e_0 = 0$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{1}{RC}(Q - Q_0) = 0$$

Alla fine del processo di carica la corrente si annulla

$$\frac{d(Q - Q_0)}{dt} - \frac{1}{RC}(Q - Q_0) = 0$$

$$Q = Q_0 (1 - e^{-t/RC})$$

$$Q(0) = 0$$

RESISTORI IN SERIE E IN PARALLELO

Serie – i resistori vedono la stessa corrente, ai capi di ognuno vi è una ddp la cui somma è la ddp ai capi della serie.

$$V_B - V_A = R_1 I$$

$$V_C - V_B = R_2 I$$

$$V_C - V_A = V_C - V_B + V_B - V_A = (R_1 + R_2) I$$

$$R_{\text{serie}} = R_1 + \dots + R_n$$

Parallelo – i resistori vedono la stessa ddp e sono attraversati ognuno da una corrente di diversa intensità, la cui somma è la corrente complessiva.

$$I_1 = \frac{V_B - V_A}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_B - V_A}{R_2}$$

$$I = I_1 + I_2 = (V_B - V_A) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R_{parallelo} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

LEGGI DI KIRCHHOF

Nodo= punto di confluenza di più rami di un circuito

Maglia=insieme di più rami di un circuito che forma un percorso chiuso

I LEGGE $\sum_k I_k = 0$ Legge di conservazione della carica
 $\nabla \cdot \vec{j} = 0$

II LEGGE $\sum_{i=1}^n R_i I_i = \sum_{i=1}^n e_i$ Legge di conservazione dell' energia