

Legge di Lenz: Presenza del segno – in

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Origine della legge di Lenz:

Spira conduttrice percorsa da corrente variabile

Corrente crescente $\rightarrow \mathbf{B}$ crescente

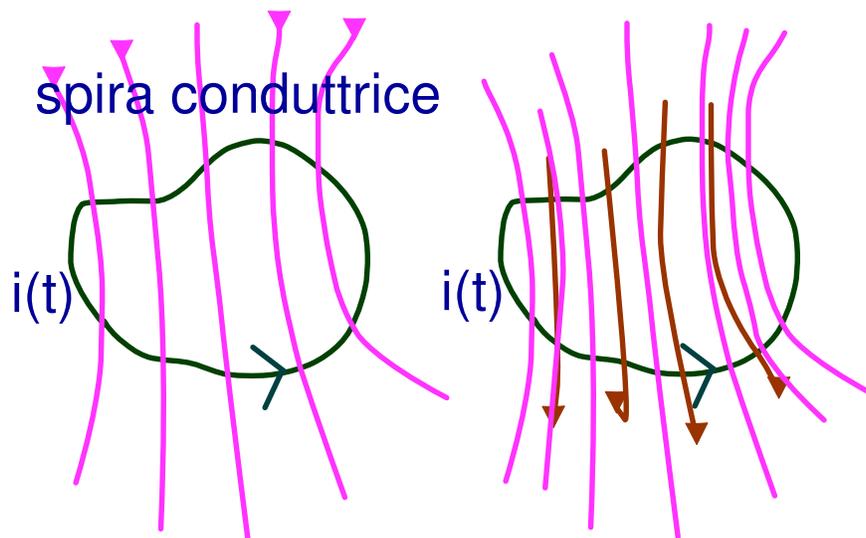
$\rightarrow \Phi$ crescente \rightarrow f.e.m. (auto)indotta \rightarrow corrente (auto)indotta

Corrente autoindotta concorde con corrente iniziale?

\rightarrow Sistema instabile:

Variazione piccola a piacere indurrebbe c. magnetico

crescente senza limiti \rightarrow Non conservazione dell'energia

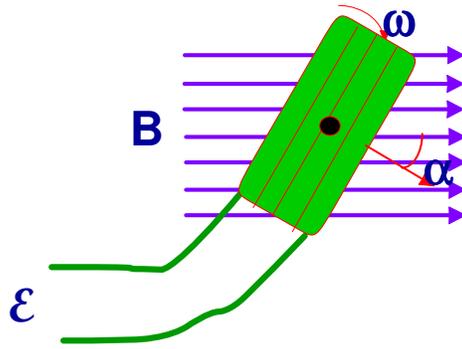


Applicazioni della legge dell'induzione elettromagnetica

1) Generatori, CA e CC:

In principio, N spire rotanti in c. magnetico (\sim uniforme)

Spesso invece avvolgimento fisso e c. magnetico rotante



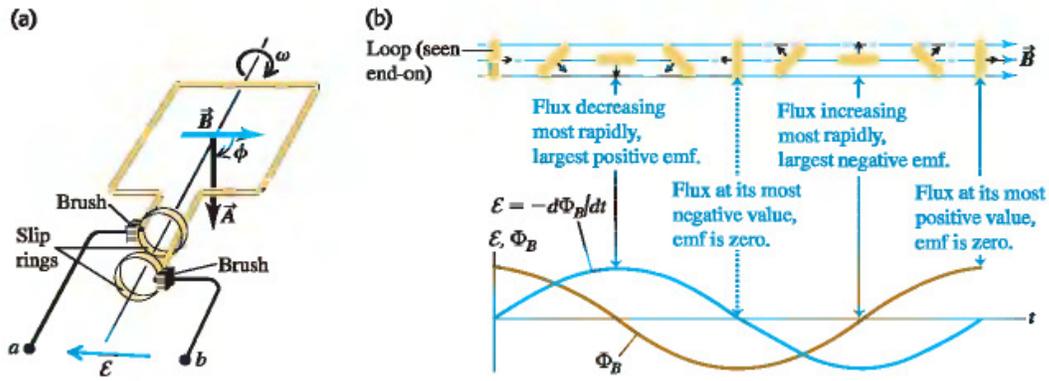
$$\Phi = NBA \cos \alpha = NBA \cos \omega t$$

$$\rightarrow \mathcal{E} = NBA \omega \sin \omega t$$

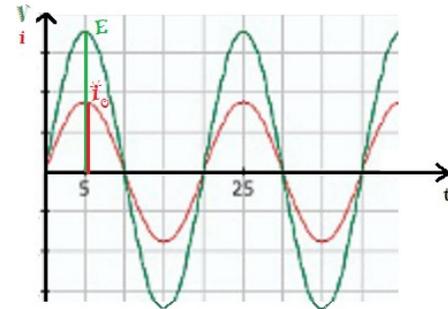
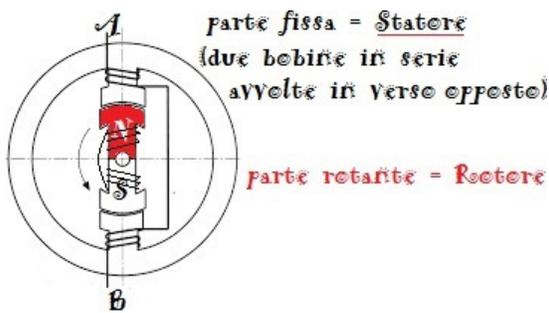
Corrente indotta:

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{NBA \omega \sin \omega t}{R}$$

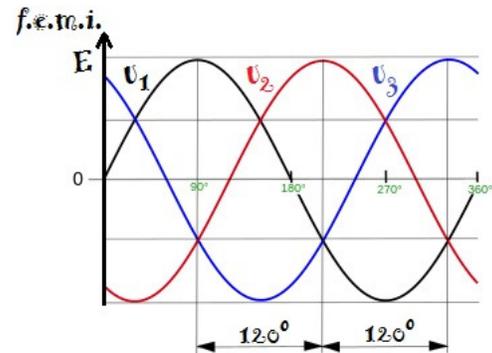
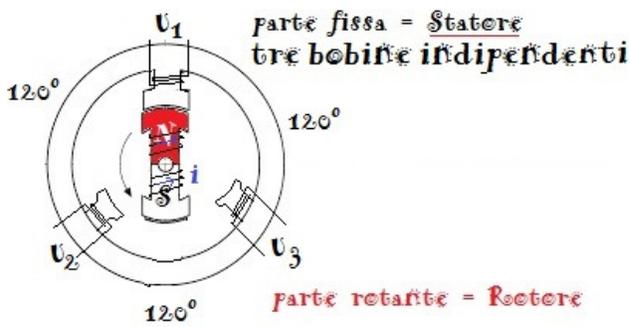
Alternatore



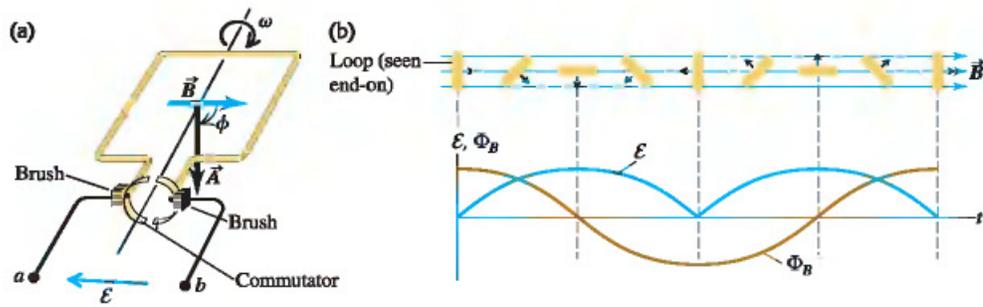
Alternatore monofase



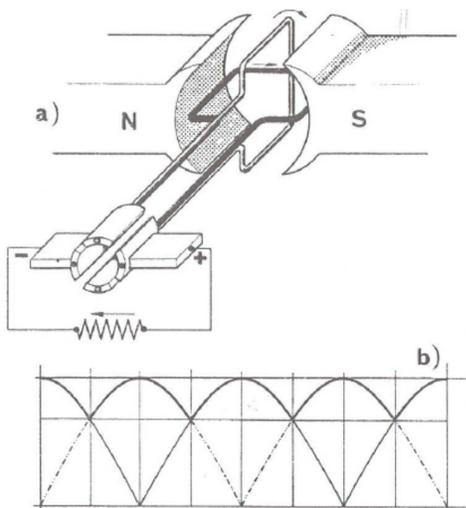
Alternatore trifase



Dinamo



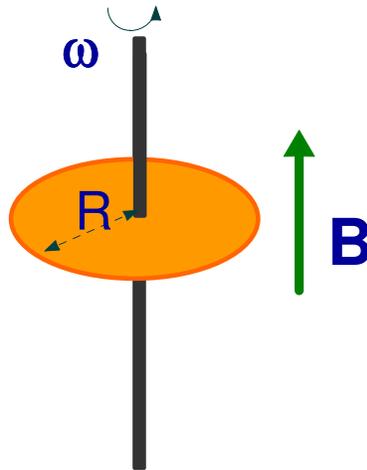
Dinamo con 2 avvolgimenti:



Con N avvolgimenti ~ fem continua

Generatore omopolare (Disco di Faraday)

Disco conduttore in rotazione in un c. magnetico



Forza di Lorentz:

$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

$$\rightarrow F_m = qvB$$

$$\rightarrow \varepsilon = \int_0^a \omega r B dr = \frac{1}{2} \omega B a^2$$

Apparente violazione della legge del flusso:

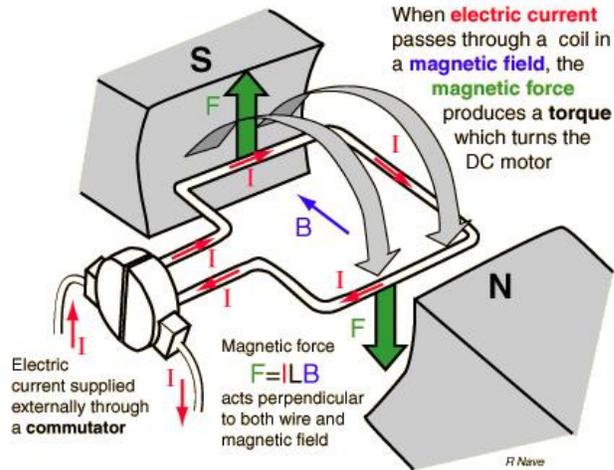
$$\Phi = \text{cost} \quad ???$$

In realta' questione un po' intricata:

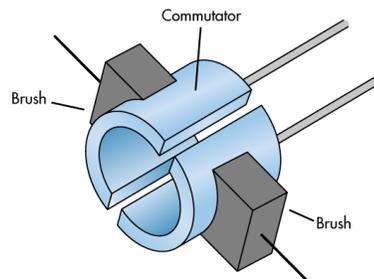
punto centrale definizione di flusso, non sempre intuitiva

2) Motori

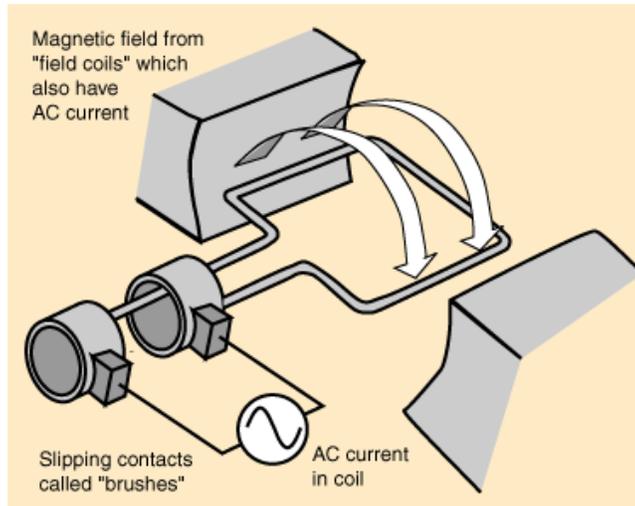
Motore in CC



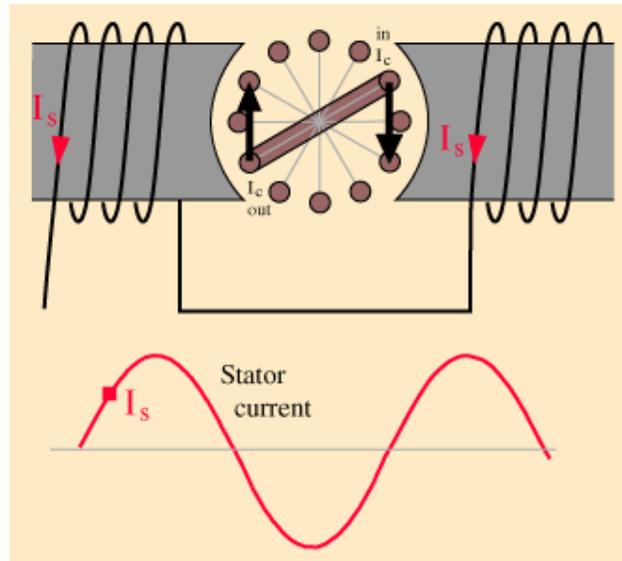
Commutatore:inverte senso della corrente ogni mezzo giro



Motore in CA

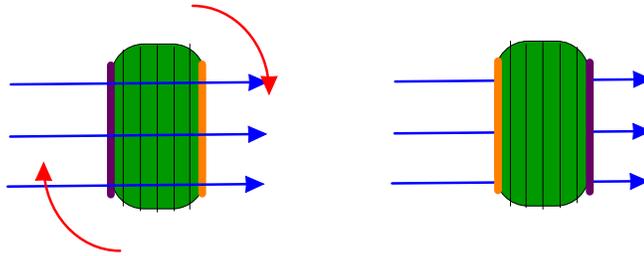


Motore a induzione



Flussometro - Legge di Felici

Bobina ruotata di 180° in un c. magnetico: Misura di **B**



$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\rightarrow \int_0^{\infty} \varepsilon dt = -\Delta\Phi = -2B_{norm} N_{spire} A, \quad B_{norm} \text{ componente } \perp \text{ bobina}$$

$$\rightarrow B_{norm} = -\frac{\int_0^{\infty} \varepsilon dt}{2N_{spire} A}$$

Legge di Felici:

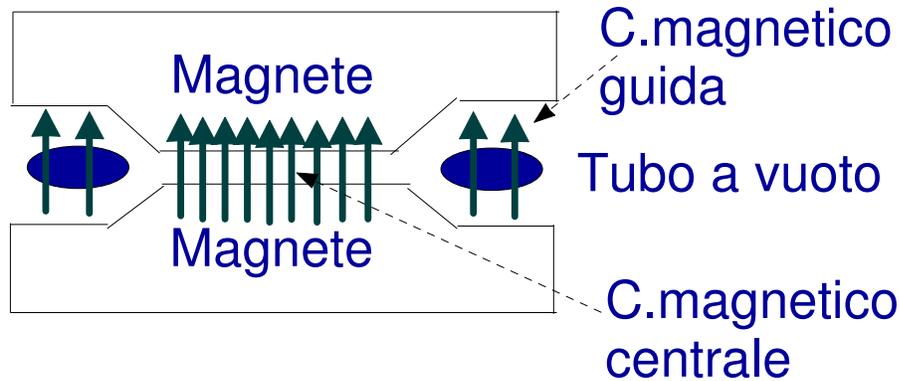
$$\int_0^{\infty} \varepsilon dt = \int_0^{\infty} R i dt = R \Delta Q$$

$$\rightarrow R \Delta Q = -\Delta B N_{spire} A$$

$$\rightarrow \Delta Q = -\frac{\Delta B N_{spire} A}{R}$$

Betatrone

Acceleratore di elettroni basato sull'induzione elettromagnetica



C. magnetico alternato \leftrightarrow Corrente alternata (50 Hz) negli avvolgimenti

Elettroni iniettati tangenzialmente nel tubo a vuoto

all'inizio di ogni ciclo di variazione di \mathbf{B}

Legge di Faraday:

$$2\pi R_{orbita} E = -\frac{d\Phi(\mathbf{B}_{centrale})}{dt} = -\pi R_{orb}^2 \frac{dB_{centr}}{dt}$$

$$\rightarrow E = -\frac{R_{orb}}{2} \frac{dB_{centr}}{dt}$$

C. guida: Forza di Lorentz sugli elettroni in orbita

$$e v B_{guida} = m \frac{v^2}{R} \rightarrow e B_g = \frac{p}{R_{orb}}$$

$$\frac{dp}{dt} = e E = e \frac{R_{orb}}{2} \frac{dB_{centr}}{dt} = e R_{orb} \frac{dB_g}{dt}$$

$$\rightarrow B_{centr} = 2 B_g \text{ eq. del betatrone}$$

Osservazione:

C. elettrico indotto *senza* conduttore

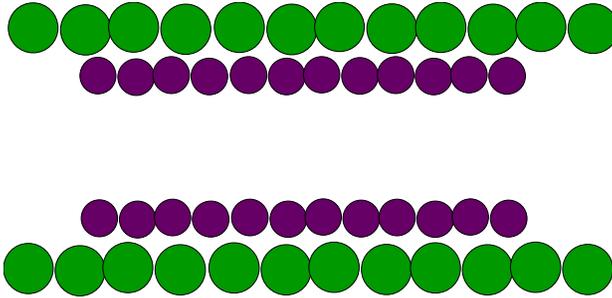
C. elettrico indotto \sim *senza* presenza di c. magnetico

Trasformatore

Avvolgimenti accoppiati, con raggi molto simili

$$\rightarrow \phi_1 \approx \phi_2 \equiv \phi$$

N_1, N_2 n. spire in ogni avvolgimento



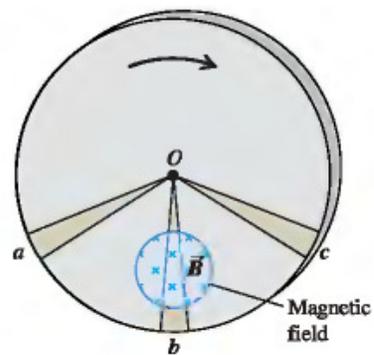
fem autoindotte:

$$\varepsilon_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

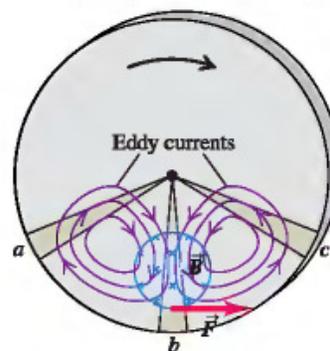
$$\varepsilon_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$\rightarrow \varepsilon_1 = \frac{N_1}{N_2} \varepsilon_2$$

Correnti parassite



(b) Resulting eddy currents and braking force



C. magnetico su parte del disco in rotazione

Settore Ob : $\mathbf{B} \neq 0 \rightarrow$ fem \rightarrow Corrente

Settori Oa, Oc : $\mathbf{B} = 0 \rightarrow$ Percorso di ritorno per corrente

\rightarrow Corrente vorticososa

\rightarrow Dissipazione di potenza (effetto Joule)

Molte applicazioni...

Freno elettromagnetico

Contatore energia elettrica

Cercametalli

Metal detector

Forno a induzione

...e anche effetti dannosi:

Perdite potenza in trasformatori a nucleo di ferro

etc