

Argomenti:

- Macchine e motori elettrici;
- Principi di conversione elettromeccanica;

PRINCIPI DI CONVERSIONE ELETTRO-MECCANICA:

-> DEF:

-> Leggi fondamentali:

1. Legge di Ampere:

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$

PROP. SCALARI 2 VETTORI.

-> Un flusso di cariche in movimento — (è) —> un campo magnetico:

\vec{D}, \vec{B} PARENTI

$\vec{E} \left[\frac{V}{m} \right]$: CAMPO ELETTRICO

$\vec{H} \left[\frac{A}{m} \right]$: CAMPO MAGNETICO

... è fonte di campo magnetico = Una carica in movimento ($\sum I$)...

2. Legge di Lorentz:

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

CARICA \rightarrow CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA

-> Descrive la forza (chiamata di Lorentz) a cui è sottoposta una carica che attraversa un campo magnetico.
-> F è una forza magnetica che dipende dal moto della carica.

\vec{B} e \vec{D} sono campo magnetico e elettrico rispettivamente in un materiale.

$$\vec{E}(x, y, z, t) \quad \vec{H}(x, y, z, t)$$

=> Cariche elettriche in movimento subiscono una F_L .

3. Legge di Faraday:

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$

FLUSSO

-> LA variazione di un flusso nel tempo da luogo ad una tensione (o forza elettro motrice).

$$\vec{E} \left[\frac{V}{m} \right] = \left[\frac{J}{C/m} \right] = \left[\frac{N \cdot m}{C \cdot m} \right] = \left[\frac{N}{C} \right]$$

FORZA

-> Dalla prima relazione:

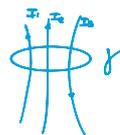
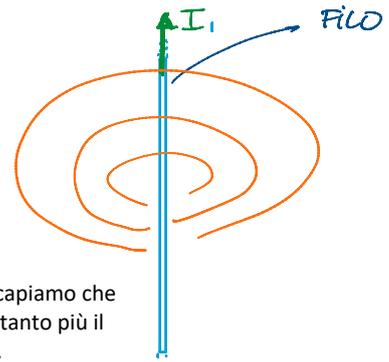
$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$

-> Dato un filo in cui passa energia, si genera un campo magnetico chiuso.

- Gamma: è una qualsiasi circonferenza
- Integrale di linea: indica l'area della circonferenza.

$\rightarrow H \cdot 2\pi R = I$, -> Da questa relazione matematica capiamo che tanto più siamo vicini al filo, tanto più il campo magnetico è potente.

-> La potenza del campo magnetico dipende dalla distanza dal filo e dal materiale che esso attraversa.



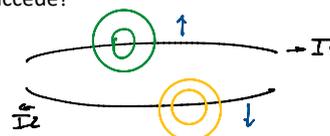
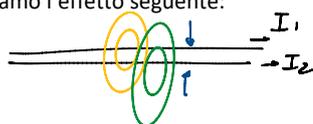
$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \mu_0 \vec{H} \xrightarrow{\text{ARIA } \mu_r = 1} \vec{B} = \mu_0 \frac{I}{2\pi R} \left[\frac{Wb}{m} \right] \text{ TESLA}$$

-> Flusso di cariche genera un campo magnetico:

- Che ha linee chiuse (a differenza di quello elettrico);
- Abbiamo linee di isocarico.

? Data una carica in movimento a tot metri al secondo, in un campo magnetico, soggetta ad una forza. Leggendo questi concetti alle due equazioni, cosa succede?

-> Creiamo l'effetto seguente:



COSTANTE DIELETTICA DELL'ARIA...

↑ VUOTO

$$\vec{D} = \epsilon_v \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{H} : \vec{B} = \mu_v \mu_0 \vec{H}$$

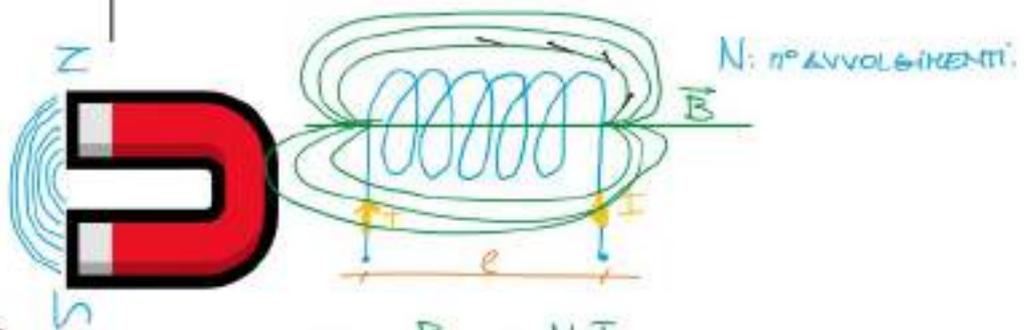
-> Le costanti dielettriche ci danno informazioni circa il comportamento del campo che attraversa l'area o il vuoto.

Costante di permeabilità magnetica, quanto il campo penetra in quel materiale.

vetro e plastica hanno basse costanti.

Legge di Faraday = legge di tensione.

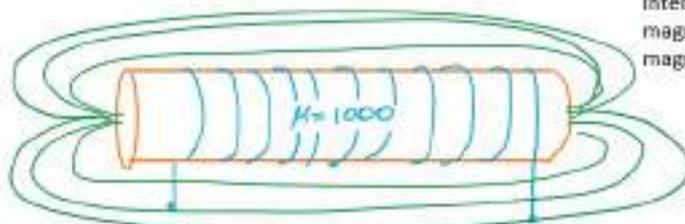
LEGGE DI BIOT-SAVART.



? Quanto vale il campo nel solenoide?

$$B = \mu_0 \frac{N I}{l}$$

-> Sostituiamo il vuoto ad un cilindro di ferro:



Internamente l'oggetto abbiamo un campo magnetico che è mille volte il campo magnetico presente esternamente.

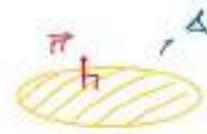
-> Per aumentare l'intensità di un campo magnetico possiamo:

- Aumentare il numero di spire del filo lungo il materiale;
- Comprare un materiale che sia migliore dell'aria (conduca meglio);
- Aumentare la corrente in circolo.

Flusso di un campo vettoriale:

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

CAMP. VETTORIALE



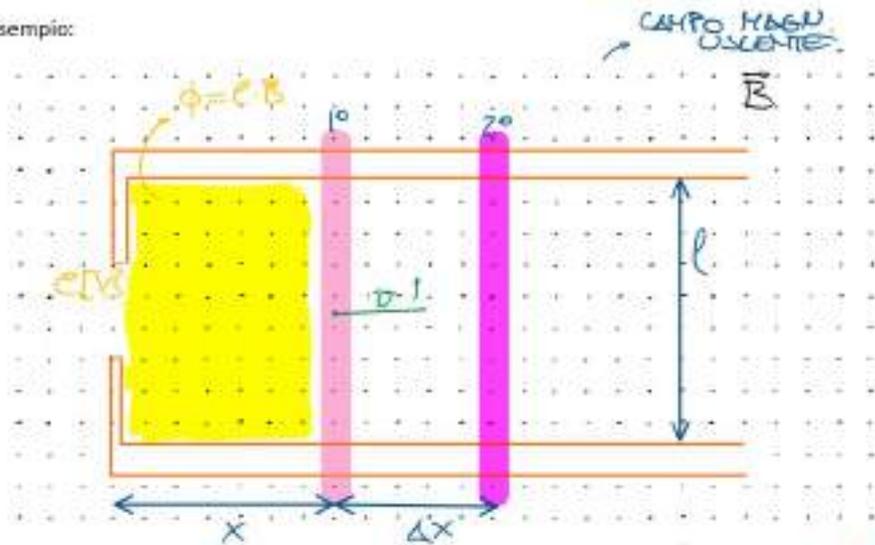
- DATO CHE NESSUNO DEI DUE È COSTANTE ->

$$\Phi = B \cdot A = B \cdot \pi R^2$$

Come varia un flusso nel tempo?
-> Cambiando l'angolo,



Esempio:



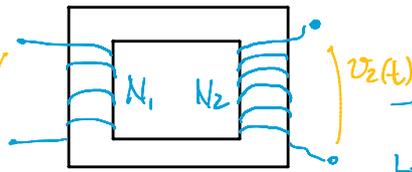
-> Qualcuno sposta la bacchetta viola, questo genera una variazione di flusso, data da:
-> v (velocità) è il parametro che fa variare il flusso.

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B \cdot l \cdot x)}{dt}$$

\vec{n} : VETTORE DI ROTAZIONE

\oplus $\vec{e} = B / \odot$
IL SUO VERSO
DEFINISCE IL SEGNO

$$v_1(t) \phi = v_1(t)$$



$$v_1(t) = V_1 \cos(\omega t) = N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

$$\int p \cdot \phi = \frac{1}{N_1} \cdot V_1 \cdot \cos(\omega t) dt$$

$$\hookrightarrow \phi = \int \frac{1}{N_1} \cdot V_1 \cos(\omega t) dt = \frac{V_1 \sin(\omega t)}{N_1 \omega}$$

-> Il flusso è costante all'interno del materiale ferro-magnetico, ma nullo all'esterno (In teoria).

✦ in realtà abbiamo delle perdite di flussi all'esterno dell'oggetto ferromagnetico/ o trascurabili.

-> Cosa accade nel ramo secondario??

- Il flusso è costante;

$$\lambda = N \cdot \phi$$

-> A parità di flusso, il flusso concatenato alla spira uno (1 fi) => La spira due ha un numero di avvolgimenti che non è uguale al primario.

$$-v_2(t) = -\frac{d\lambda_2}{dt} = -\frac{dN_2\phi}{dt} = -N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$= \frac{N_2 \cdot V_1 \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)}{N_1 \cdot \omega} \Rightarrow \boxed{V_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_1}$$

=> Possiamo costruire un macchinario che alza o abbassa una tensione, che utilizza un filo che avvolge un materiale (con un differente numero di spire) senza avere la necessità di far muovere qualcosa.

Recap:

- Principi di conversione all'elettromeccanica;
- Legge di ampere;
- Forza di Lorenz;
- Legge di induzione/ di Faraday.

Introduzione alle macchine:

Macchina:

-> DEF: è un dispositivo atto a convertire energia elettrica in energia meccanica (o energia meccanica in energia elettrica) o a modificare i parametri di tensione e corrente (senza che si debba muovere per forza qualcosa).

- MOTORE: è una macchina elettrica che trasforma l'energia elettrica in energia meccanica;
- GENERATORE: è una macchina elettrica che trasforma energia meccanica in energia elettrica;
- TRASFORMATORE: è una macchina elettrica che converte i parametri dell'energia elettrica
-> Corrente e tensione entranti hanno lo stesso rapporto (Pari potenza), ma sono diversi da quelli in uscita.

-> Tipologie:

- Macchine rotanti: costituite da tutte le macchine in cui vi sono parti meccaniche in movimento (statore e rotore)
 - o Macchine in corrente continua o in alternata;
 - o Per le macchine in corrente alternata esistono due grandi famiglie:
 - Macchine asincrone: avremmo due omega, una meccanica (data da rotazione meccanica di un qualcosa che gira) e l'altra appartenente all'equazione costituiti a di v (velocità),
 - Macchine sincrone;
- Macchine statiche: costituite da tutte le macchine in cui non vi sono parti meccaniche in movimento;
 - > Trasfomatici;
 - > Fanno variare tensione e corrente.

-> Principi di funzionamento di tutte le macchine elettriche:

Si basano sull'interazione tra campi magnetici prodotti da circuiti elettrici, chiamati avvolgimenti, all'interno della macchina.

$$P_{el} = V I$$

[W]

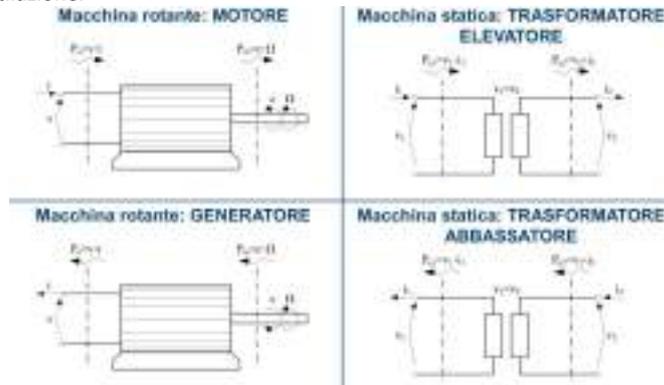
$$P_m = C \cdot \omega$$

[W]

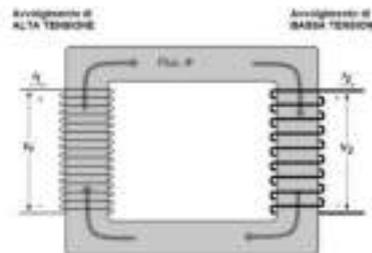
-> Reversibilità: sono macchine reversibili: possiamo trasformare energia elettrica in meccanica e viceversa.

Isteresi, quando si magnetizza un materiale (rotazione spin) si potrebbero creare delle tensioni che non si possono più rimuovere (effetti di invecchiamento dei magneti)

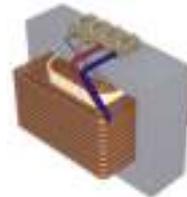
- > Rendimento dei motori elettrici
 - Sempre maggiori al 90%.
- > Le perdite:
 - Effetto Joule: negli avvolgimenti della macchina;
 - Isteresi e correnti parassite.
 - Attrito e ventilazione.



Il trasformatore:



- Non può funzionare in corrente continua, ma solo in corrente alternata (vantaggio dell'alternata).
- Generazione:
 - o Dimensionamento delle macchine di centrale basato su compromesso tecnico economico. All'aumentare della tensione si riducono le perdite ma aumenta l'onere per l'isolamento degli avvolgimenti: 10-15 kV è il punto di ottimo.
 - o Grandi macchine e grandi centri di produzione lontani dai centri di consumo: necessità di trasporto dell'energia.
- Trasmissione:
 - o Le sezioni dei conduttori delle linee elettriche devono essere contenute per ragioni economiche (costo dei materiali) e per ragioni meccaniche (dimensionamento dei tralicci).
 - o Riscaldamento e potenza persa dei conduttori proporzionale al quadrato della corrente di linea.
 - o Limite in corrente: per trasportare potenze elevate è necessario elevare la tensione.
- Distribuzione:
 - o La distribuzione è caratterizzata da potenze minori, anche il livello di tensione può essere ridotto per ridurre gli oneri di realizzazione degli impianti.
- Utilizzazione:
 - o Per motivi di sicurezza e per ragioni costruttive la tensione di alimentazione degli apparecchi utilizzatori deve essere contenuta entro qualche centinaio di volt.



-> Nomenclatura degli avvolgimenti in base al numero di spire:

- L'avvolgimento con il maggior numero di spire è chiamato avvolgimento di alta tensione ed è immediatamente identificabile in quanto è quello realizzato con i conduttori di sezione più piccola.
- L'avvolgimento con il minor numero di spire è chiamato avvolgimento di bassa tensione, ed è immediatamente identificabile in quanto è quello realizzato con i conduttori di sezione più grande.

-> Nomenclatura degli avvolgimenti in base al verso della potenza elettrica:

- L'avvolgimento collegato alla tensione da trasformare è chiamato "avvolgimento primario". Il primario è l'avvolgimento dal quale il trasformatore assorbe potenza elettrica.
- L'avvolgimento sul quale si rende disponibile la tensione trasformata è chiamato "avvolgimento secondario". Il secondario è l'avvolgimento dal quale il trasformatore eroga potenza elettrica.

-> Essendo una macchina reversibile, l'attribuzione degli aggettivi primario e secondario non è univoca e non corrisponde ad alcun fatto costruttivo, a differenza della nomenclatura alta tensione e bassa tensione:

-> Il rapporto $N1/N2$, chiamato anche k , è chiamato rapporto di trasformazione.

-> Slide 32.