Appunti induzione elettromagnetica (cap.19 – vol.3)

$\boxed{2}$ **f.e.m indotta in un conduttore in moto**: $f.e.m.=v\cdot B\cdot L$ (nel caso il conduttore sia una barretta di lunghezza L che si muove con velocità v in direzione perpendicolare ad un campo magnetico di intensità B essendo v,B,L mutuamente perpendicolari)

$\boxed{3}$ **Legge di Faraday** (UK,1791-1867) **– Neumann** (De,1798-1895):

All'interno di un circuito elettrico si genera una corrente indotta quando varia, ***per qualunque motivo***, il FLUSSO del campo magnetico $\Phi\left(\vec{B}\right)=\vec{B}\cdot\vec{A}$ attraverso la superficie delimitata dal circuito stesso. Tuttavia, poiché nel circuito indotto non esistono punti tra i quali calcolare una differenza di potenziale (non c'è alcun generatore) si preferisce esprire tale legge in termini di forza elettromotrice:

$$f.e.m.=-\frac{\Delta\Phi\left(\vec{B}\right)}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t\to 0]{}-\frac{d\Phi\left(\vec{B}\right)}{dt}$$

la f.e.m. si misura in volt [V]

il flusso di campo magnetico si misura in weber [wb]=[T·m^2]=[V·s]

$\boxed{4}$ **Legge di Lenz** (Ru,1804-1865) : "*la corrente indotta ha un verso tale da generare un campo magnetico indotto che si oppone alla variazione del flusso magnetico che l'ha provocata*"

il verso della corrente indotta è tale da generare un campo magnetico che si oppone alla variazione di flusso del campo magnetico esterno che l'ha generata". Ad esempio, se il campo esterno sta aumentando, la corrente indotta genera un campo magnetico di verso opposto che ne riduce il flusso; se viceversa il campo esterno sta diminuendo, la corrente indotta genera un campo magnetico che ha lo stesso verso del campo esterno, compensando in parte, quindi, la sua diminuzione

(se P.A. la corrente indotta fossa tale da generare un campo magnetico dello stesso verso di quello che l'ha generato, tale campo magnetico aumenterebbe la variazione di flusso totale e quindi l'intensità della corrente indotta; tale processo non avrebbe termine e genererebbe una quantità di energia illimitata.)

$\boxed{5}$ **Mutua induzione e autoinduzione:**

per effetto della MUTUA INDUZIONE, la f.e.m. media indotta nella bobina secondaria da una variazione di corrente I_{prim} nel circuito primario

$$f.e.m._{second.}=-M\frac{\Delta I_{prim}}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t\to 0]{}-M\frac{dI(t)}{dt}$$

per effetto della AUTOINDUZIONE, la f.e.m. media indotta nella bobina da una variazione di corrente I nel circuito

$$f.e.m.=-L\frac{\Delta I}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t\to 0]{}-L\frac{dI(t)}{dt}$$

INDUTTANZA L di una bobina è la costante di proporzionalità fra la f.e.m. indotta e la variazione di corrente nel tempo:

INDUTTANZA di un solenoide di lunghezza l, con N avvolgimenti e sezione con area A: $L=\mu_0\frac{N^2}{l}A$

L'induttanza si misura in henry: $\left[H\right]=\left[\frac{V\cdot s}{A}\right]=\left[\frac{T\cdot m^2}{A}\right]$

ENERGIA immagazzinata in un solenoide: $energia=\frac{1}{2}LI^2$

DENSITA' di ENERGIA $densità\ di\ energia=\frac{energia}{volume}=\frac{1}{2\mu_0}B^2$

$\boxed{6\text{-}7}$ l’alternatore e i circuiti semplici in corrente alternata:

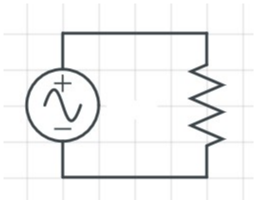
richiami M.C.U.: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\theta}{t}$ → $\theta = \omega t$ → $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

richiami circuiti CC: **1° Legge di Ohm**: $V = I \cdot R$, se la corrente è alternata: $V(t) = I(t) \cdot R$; $P(t) = I(t) \cdot V(t)$

prima legge di Kirchhoff o legge dei nodi o legge delle correnti:
“*la corrente totale entrante in un nodo deve essere uguale alla corrente totale uscente dal nodo*”

seconda legge di Kirchhoff o legge delle maglie o legge delle tensioni:
“*in un circuito chiuso la somma algebrica delle differenze di potenziale è nulla*”

<u>CIRCUITO RESISTIVO</u>: tensione e corrente hanno la stessa fase (ωt) [per la legge delle tensioni, si ha: $V(t) - V_R = 0$]



$$V_R = V(t) = \omega AB \cdot sen(\omega t) = V_{max} \cdot sen(\omega t)$$

$$I(t) = \frac{\omega AB}{R} \cdot sen(\omega t) = I_{max} \cdot sen(\omega t)$$

$$P(t) = I(t) \cdot V(t)$$

$$P_{media} = \frac{I_{max} \cdot V_{max}}{2} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \quad \rightarrow \quad I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}; \quad V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

In accordo con la **legge di Galileo Ferraris** (Livorno Piemonte, 1847–1897) $P_{media} = I_{eff} \cdot V_{eff} \cdot cos(\phi) = I_{eff} \cdot V_{eff} \cdot cos(0°) = I_{eff} \cdot V_{eff}$

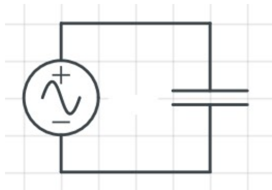
<u>CIRCUITO CAPACITIVO</u>: per la legge delle maglie, si ha: $V(t) - V_C = 0$ → $V(t) - \frac{Q(t)}{C} = 0$

$$V(t) = V_{max} \cdot sen(\omega t) \qquad I(t) = \omega C \cdot V_{max} \cdot cos(\omega t)$$

La tensione NON è in fase con la corrente (sfasamento ϕ=90° → la corrente anticipa la tensione di 90°)

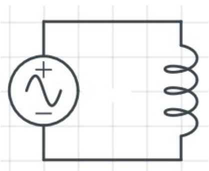
$$P_{media} = I_{eff} \cdot V_{eff} \cdot cos(90°) = 0$$

$V_{eff} = \frac{1}{\omega C} \cdot I_{eff} = X_C \cdot I_{eff}$ $\quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$ Xc Reattanza capacitiva, [Ω]



→ Il condensatore offre resistenza limitata al passaggio di C.A. e grande resistenza la passaggio di C.C.

<u>CIRCUITO INDUTTIVO</u>: per la legge delle tensioni, si ha: $V(t) - V_L = 0$ → $V(t) - L\frac{dI(t)}{dt} = 0$



$$V(t) = V_{max} \cdot sen(\omega t) \qquad I(t) = \frac{V_{max}}{\omega L} \cdot cos(\omega t)$$

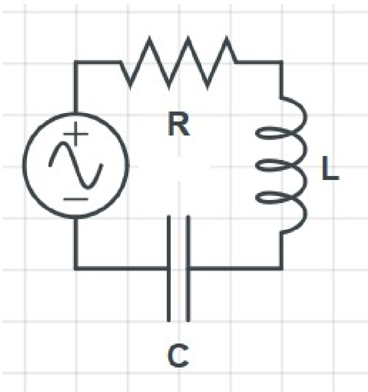
La tensione NON è in fase con la corrente (sfasamento ϕ=-90° → la corrente ritarda sulla tensione di 90°)

$$P_{media} = I_{eff} \cdot V_{eff} \cdot cos(-90°) = 0$$

$V_{eff} = \omega L \cdot I_{eff} = X_L \cdot I_{eff}$ $\qquad X_L = \omega \cdot L = 2\pi f \cdot L$ Reattanza induttiva, [Ω]

→ l’induttore offre resistenza limitata al passaggio di C.C. e grande resistenza la passaggio di C.A.

$\boxed{8\text{-}9\text{-}10}$ **circuiti RLC in corrente alternata**



Impedenza del circuito: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Angolo di sfasamento: $tg\ \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$

Potenza media: $P_{media} = I_{eff} \cdot V_{eff} \cdot cos(\phi)$

Frequenza di risonanza: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Osservazione: alla frequenza di risonanza:

- l'angolo di sfasamento è zero,
- $X_L = X_C$
- Z=R il circuito si comporta come se fosse puramente resistivo

Equazione del trasformatore: $\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$

