

Magnetismo

Campo magnetico

In un filo rettilineo

Nel centro di una spira

(In un punto a distanza z dal centro)

In un solenoido

$$\text{Tesla } 1T = 1N / 1A \cdot m = 1V \cdot s / 1m^2$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 i}{2 r}$$

$$B_0 = \frac{\mu_0}{2} \frac{ir^2}{\sqrt{(r^2 + z^2)^3}}$$

$$B_0 = \mu_0 \frac{N}{l} i$$

$$N = n^\circ \text{ di spire}$$

Legge di Biot-Savart

Forze

Forza di Lorentz

su un filo

Formula di Ampère

Permeabilità magnetica

Permeabilità magnetica relativa

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$F = qvB \sin \alpha$$

$$\vec{F} = i \vec{l} \wedge \vec{B}$$

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d} l$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$\mu_r = \frac{B}{B_0}$$

$\mu_r < 1$ Diamagnetiche
 $\mu_r > 1$ Paramagnetiche
 $\mu_r \gg 1$ Ferromagnetiche

Flusso del campo magnetico

$$\Phi = \vec{B} \times \vec{S} = BS \cos \alpha$$

$$\Phi_S(\vec{B}) = 0$$

Sup. chiusa

Circuitazione del campo magnetico

$$C(\vec{B}) = \vec{B} \times \vec{l} = Bl \cos \alpha$$

Teorema di Ampère

$$C_l(\vec{B}) = \mu_0 i$$

Sup. chiusa

$$\text{Weber } 1Wb = 1T \cdot 1m^2$$

Momento torcente

$$d = b \sin \alpha$$

$$M = iBS \sin \alpha$$

d = braccio, b = larghezza spira

S = area spira ($a \cdot b$)

$$\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$M = \mu B \sin \alpha$$

μ = momento magnetico

α = angolo tra la normale \vec{n} al piano e il campo \vec{B}

Millikan

Carica quantizzata

$$q = n \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ con } n \in \mathbb{Z} \quad e^- = 1,602 \cdot 10^{-19}$$

Thomson

$$y = \frac{e^- EL}{mv^2} \left(\frac{L}{2} + D \right) \quad v = \frac{E}{B}$$

con $y =$ Punto di contatto con lo schermo

Moto di una carica q in un B

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$f = \frac{qB}{2\pi m}$$

Spettrografo di massa

$$r = \frac{mv}{qB}$$

Effetto Hall

$$vB = \frac{\Delta V}{d} \quad \text{con } d = \text{Larghezza piastra}$$

Induzione elettromagnetica

Legge di

Faraday-Neumann-Lenz

Forza elettromotrice

$$f = vBl \quad f = -\frac{B \Delta S}{\Delta t}$$

$$f = -\frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$

$$f = - \left[BS \frac{\Delta \cos \alpha}{\Delta t} + B \cos \alpha \frac{\Delta S}{\Delta t} + S \cos \alpha \frac{\Delta B}{\Delta t} \right]$$

Intensità di corrente

$$i = \frac{vBl}{R} \quad i = -\frac{1}{R} \frac{B \Delta S}{\Delta t}$$

$$i = -\frac{1}{R} \frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$

Potenza

$$P = \frac{L}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v \quad P = \frac{v^2 B^2 l^2}{R}$$

Forza magnetica

$$F = iBl \sin \alpha \quad F = \frac{vB^2 l^2}{R}$$

Induttanza

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l} \quad \Phi(\vec{B}) = Li$$

f.e.m. autoindotta

$$f = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad \text{Henry } 1H = 1Wb / 1A$$

Extracorrente di apertura / di chiusura

$$i = \frac{f_g}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$i = \frac{f_g}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{con } \tau = \frac{L}{R}$$

Mutua induttanza

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2 S}{l} \quad \Phi_2(\vec{B}_1) = M i_1 \quad f_2 = -M \frac{\Delta i_1}{\Delta t}$$

Energia potenziale

$$U = \frac{1}{2} Li^2$$

Trasformatore

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

Teorema della media

$$f(c) = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx = \frac{1}{b-a} [F(x)]_a^b$$

f.e.m. media

$$\bar{f} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f_0 \sin(\omega t) dt = \frac{f_0}{b-a} \left[-\frac{\cos(\omega t)}{\omega} \right]_a^b$$

Circuito puramente resistivo (in c.a.)

$$f = -\frac{BS \Delta \cos(\omega t)}{\Delta t} \quad f = f_0 \sin(\omega t) \quad f_0 = \omega BS \quad f = \omega BS \sin(\omega t)$$

$$i = i_0 \sin(\omega t) \quad i_0 = \frac{\omega BS}{R} \quad i = \frac{\omega BS}{R} \sin(\omega t)$$

$$P = i_{eff}^2 R \quad P = i_{eff} f_{eff} \cos \varphi \quad \text{con } \varphi = 0 \quad i_{eff} = \frac{\sqrt{2}}{2} i_0 \quad f_{eff} = \frac{\sqrt{2}}{2} f_0 \quad \text{Valori "efficaci"}$$

Circuito puramente induttivo (in c.a.)

$$f_0 \sin(\omega t) - L \frac{di}{dt} = 0 \quad i = i_0 \cos(\omega t) \quad \text{con } i_0 = -\frac{f_0}{\omega L} \Rightarrow i = \frac{f_0}{\omega L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad \begin{array}{l} \text{Reattanza induttiva} \\ X_L = \omega L \end{array}$$

$$P = i_{eff} f_{eff} \cos \varphi \quad \text{con } \varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow P = 0$$

Circuito puramente capacitivo (in c.a.)

$$f_0 \sin(\omega t) - \frac{Q}{C} = 0 \quad i = i_0 \cos(\omega t) \quad \text{con } i_0 = \omega C f_0 \Rightarrow i = \omega C f_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \begin{array}{l} \text{Reattanza capacitiva} \\ X_C = \frac{1}{\omega C} \end{array}$$

$$P = i_{eff} f_{eff} \cos \varphi \quad \text{con } \varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow P = 0$$

Circuito RLC (in c.a.)

$$i_0 = \frac{f_0}{Z} \quad i_0 = \frac{f_0}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad \text{con } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \begin{array}{l} \text{Impedenza} \\ \text{Reattanza} \\ X = X_L - X_C \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Pulsazione, frequenza circuito} \\ \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{array}$$

Fattore di potenza

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \quad \text{se } Z = R \Rightarrow \varphi = 0$$

Circuito resistivo

$$X_L = X_C = 0$$

$$P = i_{eff} f_{eff} \cos \varphi \quad \text{con } \varphi = \text{Sfasamento tra i fasori}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

Equazioni di Maxwell

Flusso su una superficie chiusa

$$\Phi_S(\vec{E}) = \frac{\sum Q}{\epsilon_0}$$

Circuitazione su un filo chiuso

$$C_l(\vec{E}) = 0 \Rightarrow C_l(\vec{E}) = -\frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$

Nel vuoto: $q = 1 = 0$

$$\Phi_S(\vec{B}) = 0$$

Teorema di Ampère

$$C_l(\vec{B}) = \mu_0 Ni \Rightarrow C_l(\vec{B}) = \mu_0 \left(i + \epsilon_0 \frac{\Delta \Phi(\vec{E})}{\Delta t} \right) \quad \begin{array}{l} \text{Corrente di conduzione} \\ + \\ \text{Corrente di spostamento} \end{array}$$

Onde

Velocità

$$B = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} E \quad E_0 = c B_0$$

Nel vuoto

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

In un mezzo

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

Equazione

$$E = E_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + \varphi \right]$$

$$B = B_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + \varphi \right]$$

Intensità

$$I = \frac{1}{S} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad I = \bar{u} c$$

$$I = \frac{1}{2} c \epsilon_0 E_0^2 \quad I = \frac{c}{2\mu_0} B_0^2$$

Densità di energia

$$u = u_E + u_B = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \epsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0}$$

$$u = \frac{U}{\text{volume}}$$

Media

$$\bar{u} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 \quad \bar{u} = \frac{1}{2\mu_0} B_0^2$$

$$E = E_0 \sin(\omega t) \Rightarrow \mu = \epsilon_0 E_0^2 \sin^2(\omega t)$$