

1. Il circuito primario di un trasformatore ha 140 spire mentre il secondario ne ha 660. Al primario viene applicata una tensione di 230 V che genera una corrente di 15,0 A. Calcola la corrente del secondario trascurando la dissipazione di energia.

$$N_P = 140 \quad N_S = 660 \quad V_P = 230 \text{ V} \quad I_P = 15,0 \text{ A} \quad I_S?$$

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \Rightarrow I_S = I_P \frac{N_P}{N_S} = \mathbf{3,18 \text{ A}}$$

2. Una spira conduttrice circolare di raggio 2,4 cm è immersa in un campo magnetico uniforme di 90 μT , inizialmente perpendicolare al piano della spira. Successivamente la spira ruota intorno al suo diametro con una velocità angolare costante di 10 rad/s. Considera un intervallo di tempo di 0,010 s. Calcola il valore del flusso finale del campo magnetico attraverso la spira.

$$r = 2,4 \text{ cm} \quad B = 90 \mu\text{T} \quad \vartheta_1 = 0^\circ \quad \omega = 10 \text{ rad/s} \quad \Delta t = 0,010 \text{ s} \quad \Phi_f?$$

Dalla velocità angolare si può ricavare l'angolo di rotazione della spira:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\Delta t} \Rightarrow \alpha_2 = \omega \Delta t + \alpha_1 = 5,7^\circ$$

Dalla definizione di flusso del campo magnetico come prodotto scalare tra campo magnetico e vettore area della spira, calcoliamo Φ_f :

$$\Phi_f = BS \cos \alpha_2 = B\pi r^2 \cos \alpha_2 = \mathbf{1,6 \times 10^{-7} \text{ Wb}}$$

3. Francesca introduce una calamita parallelamente all'asse di un anello di rame di diametro 1,65 cm. La calamita produce un campo magnetico massimo di 0,33 mT. Quanto vale il flusso massimo? Di quanto deve inclinare la calamita Francesca per ottenere un flusso pari al 70% del flusso massimo?

$$d = 1,65 \text{ cm} \quad B_{max} = 0,33 \text{ mT} \quad \Phi_{max}? \quad \Phi = 70\% \Phi_{max} \quad \alpha?$$

Dalla definizione di flusso del campo magnetico come prodotto scalare tra campo magnetico e vettore area della spira, calcoliamo Φ_{max} , che si ottiene con l'angolo $\alpha = 0^\circ$:

$$\Phi_{max} = BS \cos 0^\circ = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 B = \mathbf{7,1 \times 10^{-8} \text{ Wb}}$$

$$\Phi = 70\% \Phi_{max} \Rightarrow BS \cos \alpha = \frac{70}{100} BS \cos 0^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{70}{100} \Rightarrow \alpha = \arccos \frac{70}{100} = \mathbf{46^\circ}$$

4. Una bobina con induttanza 0,20 H è attraversata da una corrente che varia nel tempo secondo il grafico della figura a lato. In quale intervallo la forza elettromotrice autoindotta è massima in valore assoluto? In quale intervallo è nulla? Motiva la tua risposta.

Siccome $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$, la forza elettromotrice autoindotta è direttamente proporzionale al coefficiente angolare dei singoli tratti, perciò la forza elettromotrice autoindotta è massima nell'**ultimo segmento** e nulla nel tratto **orizzontale**.

5. Un circuito RL contiene un generatore con una forza elettromotrice di 10 V, una resistenza di 6,2 Ω e una bobina con induttanza 1,5 H.
- A. Calcola il valore I_o della corrente quando il circuito è chiuso da un po'.
- B. Calcola dopo quanto tempo dalla chiusura del circuito l'intensità di corrente è il 10% di I_o .
- C. Determina il valore della corrente dopo un tempo pari al tempo caratteristico.

$$\mathcal{E} = 10 \text{ V} \quad R = 6,2 \text{ } \Omega \quad L = 1,5 \text{ H} \quad I_o? \quad I_1 = 10\% I_o \quad t_1? \quad t_2 = \tau \quad I_2?$$

- A. Quando il circuito è chiuso da un po', si applica la legge di Ohm:

$$I_o = \frac{\mathcal{E}}{R} = \mathbf{1,6 \text{ A}}$$

- B. Pongo l'espressione della corrente rispetto al tempo uguale al 10% di I_o :

$$\frac{\mathcal{E}}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{L/R}}\right) = \frac{10}{100} \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow e^{-\frac{t}{L/R}} = 1 - \frac{1}{10} \Rightarrow -\frac{t}{L/R} = \ln \frac{9}{10} \Rightarrow t_1 = -\frac{L}{R} \ln \frac{9}{10} = \mathbf{0,025 \text{ s}}$$

- C.

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-1}) = \mathbf{1,0 \text{ A}}$$

6. Un solenoide è composto da N_1 spire di raggio r_1 e misura l_1 di lunghezza. Un secondo solenoide, lungo il doppio, è composto da un numero doppio di spire ed ha raggio pari alla metà di quello precedente. Supponi che entrambi siano attraversati dalla stessa corrente. Qual è il rapporto tra la quantità di energia immagazzinata dal primo e quella immagazzinata dal secondo?

$$N_1 \quad r_1 \quad l_1 \quad l_2 = 2 l_1 \quad N_2 = 2 N_1 \quad r_2 = \frac{1}{2} r_1 \quad \frac{U_1}{U_2}?$$

Dalla definizione di energia:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{1}{2} L_1 I^2}{\frac{1}{2} L_2 I^2} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{\mu_o \frac{N_1^2}{l_1} S_1}{\mu_o \frac{N_2^2}{l_2} S_2} = \frac{\frac{N_1^2}{l_1} \pi r_1^2}{\frac{(2N_1)^2}{2 l_1} \pi \left(\frac{1}{2} r_1\right)^2} = \frac{1}{\frac{4}{2} \cdot \frac{1}{4}} = \mathbf{2}$$

7. The flux of the electromagnetic field through a circuit of resistance 37 Ω rises from 3.1 Wb to 10.5 Wb in 20 s. Calculate the average electromotive force and the average current through the circuit during this time lapse.

$$R = 37 \text{ } \Omega \quad \Phi_1 = 3.1 \text{ Wb} \quad \Phi_2 = 10.5 \text{ Wb} \quad \Delta t = 20 \text{ s} \quad \mathcal{E}? \quad I?$$

Dalla legge di Faraday-Neumann, senza considerare il verso della corrente:

$$\mathcal{E} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = \mathbf{0,37 \text{ V}}$$

$$\mathcal{E} = RI \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \mathbf{0,010 \text{ A}}$$

8. Un solenoide lungo 38 cm e formato da 400 spire è percorso da una corrente di intensità pari a 2,4 A. Quando al suo interno c'è aria esso immagazzina 0,20 mJ di energia. Calcola il raggio del solenoide.

$$l = 38 \text{ cm} \quad N = 400 \quad I = 2,4 \text{ A} \quad U = 0,20 \text{ mJ} \quad r$$

Dalla definizione di energia:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2}{l}SI^2 = \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2}{l}\pi r^2I^2 \Rightarrow r = \frac{1}{NI} \sqrt{\frac{2Ul}{\mu_0\pi}} = \mathbf{6,5 \text{ mm}}$$

9. Una spira circolare di raggio 5,0 cm ha una resistenza pari a $4,0 \times 10^{-3} \Omega$. Un campo magnetico è disposto perpendicolarmente a essa e ha un'intensità variabile nel tempo. La variazione di flusso del campo magnetico avviene in 2,0 s e produce nella spira una corrente di 0,50 A. Calcola:

- il valore della forza elettromotrice media indotta;
- la variazione di flusso;
- la corrispondente variazione del campo magnetico esterno.

$$r = 5,0 \text{ cm} \quad R = 4,0 \times 10^{-3} \Omega \quad \alpha = 0^\circ \quad \Delta t = 2,0 \text{ s} \quad I = 0,50 \text{ A} \quad \mathcal{E}? \quad \Delta\Phi? \quad \Delta B?$$

- A. Dalla legge di Ohm:

$$\mathcal{E} = RI = \mathbf{2,0 \text{ mV}}$$

- B. Dalla legge di Faraday-Neumann:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \Delta\Phi = \mathcal{E} \Delta t = \mathbf{4,0 \text{ mWb}}$$

- C. Dalla definizione di flusso:

$$\Delta\Phi = S \Delta B \Rightarrow \Delta B = \frac{\Delta\Phi}{S} = \frac{\Delta\Phi}{\pi r^2} = \mathbf{0,51 \text{ T}}$$