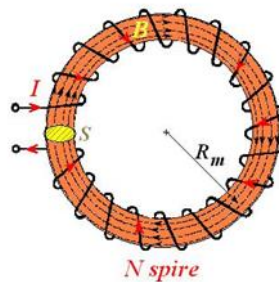


AUTOVALUTAZIONE 22 Aprile 2021 - Traccia soluzioni

ESERCIZIO 1 - Un solenoide toroidale snello (figura) è realizzato avvolgendo uniformemente $N=100$ spire su un nucleo di materiale ferromagnetico avente sezione circolare $S= 1\text{cm}^2$, raggio medio $R_m= 10$ cm e permeabilità magnetica relativa pari a $\mu_r= 500$. E' usato filo di manganina ($\rho=0.45 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) avente sezione S_{filo} pari a 1 mm^2 . Trovare:

- il valore dell'induttanza L dal circuito;
- il valore della resistenza R del circuito;
- la potenza dissipata per effetto Joule quando la corrente I di figura è pari a 20 A;
- l'energia magnetica accumulata nel solenoide con la stessa corrente I di 20 A.



- a) il valore dell'induttanza si calcola con la

$$L = \frac{\Phi_c}{i} = \frac{N^2}{\mathcal{R}} = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 S}{2\pi R_m} \quad (\text{riluttanza } \mathcal{R} = \frac{\ell}{\mu_0 \mu_r S} = \frac{2\pi R_m}{\mu_0 \mu_r S})$$

$$L = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7}) \cdot 500 \cdot 100^2 (1 \cdot 10^{-4})}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^{-2}} = 0.001 \text{ H}$$

- b) il valore dell'induttanza si calcola con la

$$R = \frac{\rho \ell_{filo}}{S_{filo}} = \frac{\rho (N \cdot \ell_{spira})}{S_{filo}}$$

Se la sezione del toro è circolare di valore S , la circonferenza = $\ell_{spira} = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \cdot 2\pi = 3.545 \text{ cm}$.

Allora

$$R = \frac{\rho (N \cdot \ell_{spira})}{S_{filo}} = \frac{0.45_{[\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]} (100 \cdot (3.545 \cdot 10^{-2})_{[\text{m}]})}{1_{[\text{mm}^2]}} = \dots \quad \Omega$$

- $P = R \cdot I^2 = \dots \quad \text{W}$
- $W_L = (1/2) L I^2 = \dots \quad \text{J}$

ESERCIZIO 2 - Un solenoide toroidale snello (ancora figura precedente) è realizzato avvolgendo uniformemente $N=300$ spire su un nucleo di materiale ferromagnetico avente sezione $S= 1.5 \text{ cm}^2$, raggio medio $R_m= 12$ cm e permeabilità magnetica relativa pari a $\mu_r= 800$. Trovare:

- a) il valore dell'induttanza L presentata dal circuito;
- b) l'induzione magnetica media B nella sezione S del nucleo quando le spire sono percorse da una corrente di I= 10 A
- c) l'energia accumulata (totale) e la densità di energia nel nucleo del solenoide nelle condizioni del punto b).

a) il valore dell'induttanza si calcola (come prima) con la

$$L = \frac{\mu_o \mu_r N^2 S}{2\pi R_m} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7}) 800 \cdot 300^2 (1.5 \cdot 10^{-4})}{2\pi \cdot 12 \cdot 10^{-2}} = \dots \text{ H}$$

b) Il flusso concatenato vale (per definizione dell'induttanza)

$$\Phi_c = L i = \dots \text{ Vs}$$

Quindi il flusso nel tubo di flusso (nel nucleo)

$$\Phi = \frac{\Phi_c}{N} = \dots \text{ Wb}$$

Ed infine l'induzione magnetica (densità di flusso)

$$B = \frac{\Phi_c}{S_{[m]}} = \dots \text{ Wb/m}^2 = T \text{ (tesla)}$$

Soluzione alternativa al punto b). Il campo magnetico entro il nucleo vale (legge della circuitazione), v. Modulo 11

$$H = \frac{Ni}{2\pi R_m}$$

e quindi l'induzione magnetica

$$B = \mu_o \mu_r H = \frac{\mu_o \mu_r Ni}{2\pi R_m}$$

c) $W_L = (1/2) L I^2 = \dots \text{ J}$

$$w'_L = W_L / (\text{volume nucleo}) = W_L / (S \cdot 2\pi R_m) = \dots \text{ J/m}^3$$

Oppure anche

$$w'_L = (1/2) BH = (1/2) \mu_o \mu_r H^2 = (1/2) B^2 / (\mu_o \mu_r) = \dots \text{ J/m}^3$$

ESERCIZIO 3 – Un solenoide toroidale snello (ancora figura precedente) è realizzato avvolgendo uniformemente N=200 spire su un nucleo di materiale ferromagnetico avente sezione S= 2 cm², raggio medio R_m= 20 cm e permeabilità magnetica relativa pari a μ_r= 600. Trovare:

- a) il valore dell'induttanza L presentata dal circuito;
- b) la corrente da immettere nelle spire per avere un flusso concatenato di 0.01 Vs;

c) l'energia accumulata nel nucleo del solenoide nelle condizioni del punto b).

a) Come precedenti esercizi con i nuovi dati

b) $\Phi_c = L i$ quindi $i = \Phi_c / L = \dots A$

c) Come precedenti esercizi con i nuovi dati. Anche $W_L = (1/2) \Phi_c i = \dots J$