

Compito di Applicazioni Industriali Elettriche
per Ingegneria Meccanica, a.a. 2021-22
16 Settembre 2022



TRACCIA SOLUZIONE

ESERCIZIO 1 – L'elettromagnete rappresentato in figura è realizzato (a parte i traferri in aria) in materiale ferromagnetico per il quale si può assumere $\mu_{Fe} = \infty$. Esso presenta due traferri aventi superfici affacciate $S=100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ e spessori $g = 0.5 \text{ mm}$ ciascuno.

Si vuole ottenere un'induzione magnetica $B_{\text{traferro}}=0.2 \text{ T}$ nei traferri con una corrente I di circa 20 A (il valore esatto risulterà dalla soluzione del problema).

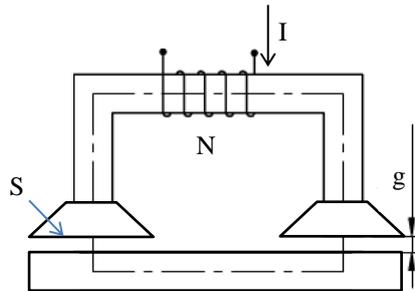


Figura di sollevatore magnetico di lastre ferrose che sfrutta una struttura del tipo di quella dell'esercizio proposto.

Assumendo che le linee del campo magnetico siano canalizzate nel circuito magnetico, trovare:

- a) Il numero delle spire da avvolgere sul circuito magnetico e l'esatta corrente che le deve percorrere.

$$H=B/\mu$$

$$\text{Allora } H_{Fe}=0; \quad H_{\text{traferro}}=B_{\text{traferro}}/\mu_0$$

Dal teorema di circuitazione lungo il percorso punto-linea di figura: $NI=H_{Fe} \cdot l_{Fe} + H_{\text{traferro}} \cdot (2g)$ da cui N (risulta un numero frazionario, un po' meno di 8)

Si arrotonda N all'intero $N_{\text{definitivo}}$ più vicino (risulta 8) e quindi $I_{\text{definitiva}}=NI/N_{\text{definitivo}}$ (un po' meno di 20 A)

Alternativa:

$$R_{\text{traferro}}=g/(\mu_0 S) \quad g \text{ in [m]} \quad \text{e } S \text{ in [m}^2\text{]}; \text{ riluttanza di un traferro}$$

$$\Phi = B \cdot S$$

$$NI= \Phi \cdot R_{\text{tot}} = \Phi \cdot (2 R_{\text{traferro}})$$

Poi come prima.

- b) L'induttanza L che caratterizza l'avvolgimento.

$$L=N_{\text{def}}^2/R_{\text{tot}}=N_{\text{def}}^2/(2 R_{\text{traferro}})$$

Oppure

$$L= \Phi_C/I_{\text{def}} = \Phi_{\text{def}} \cdot N_{\text{def}}/I_{\text{def}}$$

- c) L'energia magnetica W_L accumulata nel circuito magnetico (è nei volumi dei traferri dove $H \neq 0$) con la corrente I calcolata.

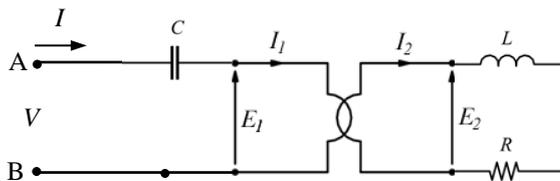
$$W_L=0.5 L I_{\text{def}}^2$$

Oppure

$$W_L=E_{\text{specifica}}[\text{J/m}^3] \cdot \text{volume}_{[\text{m}^3]} = (0.5 H_{\text{traferro}} \cdot B_{\text{traferro}}) \cdot (2gS)$$

ESERCIZIO 2 – Il circuito di figura è in regime sinusoidale alla frequenza $f=1000$ Hz. Il trasformatore ideale ha rapporto di trasformazione $n=E_1/E_2=10$. Il circuito è alimentato ai morsetti A-B con la corrente efficace $I = 2$ A.

Sono noti i parametri $R=4 \Omega$ e $L= 500 \mu\text{H}$.



Calcolare:

- Le potenze attiva P_2 , reattiva Q_2 e apparente S_2 erogate (uscanti) dal secondario del trasformatore ideale.
- I valori efficaci delle tensioni V_R su R , di V_L su L e di E_2 .

$$I_2 = I_1 \cdot n = I \cdot n = 20 \text{ A}$$

$$V_R = I_2 \cdot R \quad ; \quad V_L = I_2 \cdot X_L = I_2 \cdot (2\pi f L)$$

Le tensioni sono in quadratura e quindi $E_2 = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$

$$P_2 = P_R = I_2^2 \cdot R = V_R \cdot I_2 \quad [\text{W}]$$

$$Q_2 = Q_L = I_2^2 \cdot X_L = V_L \cdot I_2 = I_2^2 \cdot (2\pi f L) \quad [\text{var}]$$

$$S_2 = I_2 \cdot E_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} \quad \text{da cui ancora } E_2$$

- Il valore della capacità C per avere una potenza reattiva Q_{AB} assorbita dall'intero circuito pari a ZERO.

$$Q_{AB} = Q_L + Q_C = 0 \quad \gg \gg \quad Q_C = -Q_L = -I^2 \cdot X_C \quad \gg \gg \quad X_C = 1/(2\pi f C) \quad \gg \gg \gg \quad C$$

NB: il trasformatore ideale è trasparente alle potenze quindi le potenze assorbite alla porta 1 sono le stesse di quelle erogate alla porta 2.

- Le potenze attiva P_{AB} , reattiva Q_{AB} e apparente S_{AB} assorbite dall'intero circuito (ai morsetti A-B).

$$P_{AB} = P_2 = P_R$$

$$Q_{AB} = 0 \quad (\text{da testo})$$

$$S_{AB} = P_{AB}$$

- I valori efficaci delle tensioni V ai morsetti A-B, di V_C su C e di E_1 .

$$V = S_{AB}/I$$

$$V_C = I \cdot X_C$$

$$E_1 = E_2 \cdot n$$

NB E_1 e V_C NON sono in quadratura.

NB se $Q_{AB}=0$ allora $X_C = X_L \cdot n^2 = X_L$ -riportata a primario (risonanza serie ma con il trasformatore ideale fra L e C)

NB I valori efficaci sono SEMPRE positivi, per definizione.

NB – L'esercizio è sostanzialmente "duale" a quello del 2 settembre: le configurazioni serie sono diventate parallelo e viceversa, i condensatori sono diventati induttanze e viceversa, le equazioni di corrente sono diventate equazioni di tensione ecc. Confrontare i due esercizi e le due soluzioni.