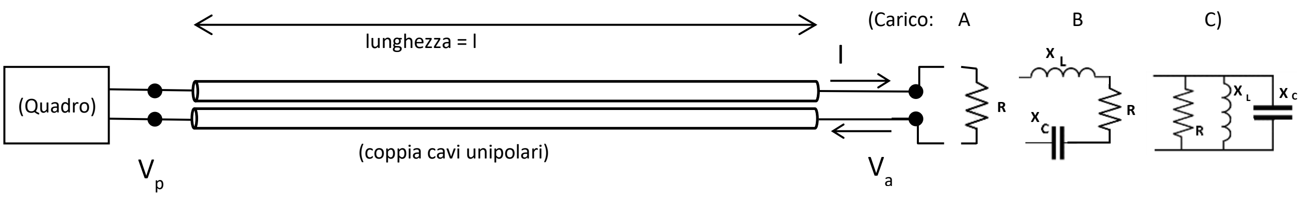
Compito di Applicazioni Industriali Elettriche
15 luglio 2021
Traccia soluzione

ESERCIZIO 1 (max punti 12) **–** Un quadro elettrico alimenta un carico monofase attraverso una coppia di cavi unipolari di lunghezza l = 80m. I conduttori del cavo sono in rame con sezione di 6 mm^2 e ciascuno di essi presenta una induttanza per unità di lunghezza pari a L_x=0.8 μH/m. La frequenza è f = 50 Hz. Per il carico si presentano 3 casi (vedi figura):

A) – una resistenza R = 6.5 Ω;
B) – la serie della resistenza R= 6.5 Ω con una reattanza induttiva X_L= 6.5 Ω e una reattanza capacitiva X_C = 6.5 Ω;
C) – il parallelo della resistenza R= 6.5 Ω con una reattanza induttiva X_L= 6.5 Ω e una reattanza capacitiva X_C = 6.5 Ω.

Assumendo che la tensione in arrivo sul carico abbia il valore efficace V_a = 230 V, determinare <u>per i 3 casi</u> A, B e C:

a. la corrente efficace I che percorre ciascuno dei conduttori del cavo;
b. il valore efficace della tensione V_p in partenza al cavo (ai morsetti del quadro);
c. la potenza attiva P_p e la potenza reattiva Q_p alla partenza del cavo (ai morsetti del quadro).



Si calcolano preliminarmente le caratteristiche del carico:

<u>Caso A</u>:

$\dot{Z} = R$

Quindi φ=0, cosφ=1, sinφ=0 (risultati banali trattandosi di un puro resistore)

<u>Caso B</u>:

$\dot{Z} = R + jX_L - jX_C$

(serie dei tre bipoli R, L e C); ma $X_L = X_C$ (risonanza serie) e pertanto $\dot{Z} = R$, come per il caso A!

Quindi ancora φ=0, cosφ=1, sinφ=0

Caso C:

$$\dot{Z} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{jX_C}}$$

(parallelo dei tre bipoli R, L e C); ma $X_L = X_C$ (risonanza parallelo) e pertanto $\dot{Z} = R$, come per il caso A!

Per la linea i tre carichi sono equivalenti e <u>per tutti e tre i casi vale</u>:

I=V/Z = V/R ; P = VIcosφ = V^2/R; Q = VIsinφ = 0

I parametri della linea sono

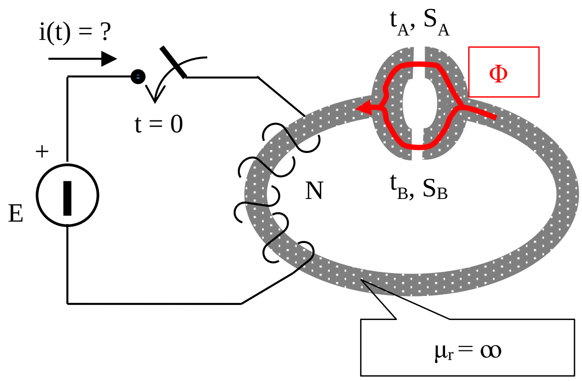
$R_{linea} = \rho l_{linea}/S_{conduttore}$; $X_{linea} = \omega\,(l_{linea}\, L_x)$

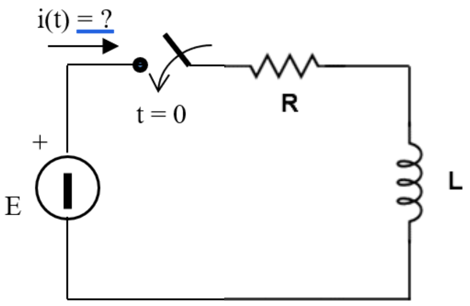
Le potenze in partenza sono allora

$P_p = P + 2\,R_{linea}\, I^2$; $Q_p = Q + 2\,X_{linea}\, I^2 = 2\,X_{linea}\, I^2$; $S_p = \sqrt{(P_p^2 + Q_p^2)}$; $V_p = S_p/I$

NB: Per la V_p si può usare anche $V_p = V_a + \Delta V$ con, dalla la formula di Kapp: $\Delta V = 2I(R_{linea}\cos\varphi + X_{linea}\sin\varphi)$

ESERCIZIO 2 (max punti 12) – Sul circuito magnetico di figura, realizzato con materiale ferromagnetico di permeabilità relativa $\mu_r = \infty$, è disposto un avvolgimento avente N = 100 spire e resistenza elettrica propria R = 1 Ω. I due traferri hanno spessori t_A= 1.0 mm e t_B= 1.5 mm e sezioni S_A= 2 cm^2 e S_B= 3 cm^2. Il generatore di tensione ideale ha fem costante E=10 V. L'interruttore si chiude in t=0.





Assumendo il campo magnetico perfettamente canalizzato nel circuito magnetico (compresi i traferri) e solo lì presente, determinare

a) l'andamento i(t) della corrente per t>0 (dopo la chiusura dell'interruttore);
b) la potenza P_E erogata dal generatore di tensione E e l'energia W_L immagazzinata nel circuito magnetico per t=∞ (a regime stazionario raggiunto).

Il sistema elettromagnetico è modellabile come a destra sopra; R è data mentre L= $N^2/\mathcal{R}$ con $\mathcal{R}$ pari alla riluttanza del circuito magnetico. Questo è un circuito magnetico con una parte ferromagnetica a riluttanza nulla ($\mu_r = \infty$) e due traferri in parallelo (il flusso Φ del circuito magnetico si divide e attraversa i due traferri) di riluttanze

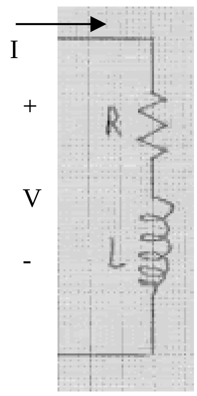
$\mathcal{R}_A = t_A/(\mu_o S_A)$; $\mathcal{R}_B = t_B/(\mu_o S_B)$; e poi $\mathcal{R} = \mathcal{R}_A \mathcal{R}_B / (\mathcal{R}_A + \mathcal{R}_B)$ (formula del parallelo)

L'andamento i(t) della corrente è quello di carica di un induttore con un circuito E-R e vale

$i(t) = I\,(1- e^{-t/\tau})$ con $I = E/R$ e $\tau = L/R$

A regime (t=∞) si ha $P_E = E*I$ e $W_L = (1/2)\,L\,I^2$

ESERCIZIO 3 (max punti 6) – Si è svolta una misura volt-amperometrica in corrente alternata su un carico RL serie trovando i valori efficaci V= 100 V e I=20 A e una potenza attiva assorbita pari a P=1600 W. Sapendo che la frequenza è f = 60 Hz dedurre i valori di R e L.



Vale Z=V/I (modulo dell'impedenza pari al rapporto dei valori efficaci)

La corrente I percorre la R e la L e allora

$P=R*I^2$ da cui $R= P/ I^2$

Sapendo che $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ si ottiene $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$ e poi $L= X_L/(2\pi f)$

Oppure (altra via):

$S=VI$; $Q= \sqrt{S^2 - P^2}$; $X_L = Q/ I^2$

Per altre vie ancora si può ricordare che vale anche $\cos\varphi = P/S= R/Z$, $\sin\varphi = Q/S=X_L/Z$.