

TRACCIA SOLUZIONE

Compito di Applicazioni Industriali Elettriche per Ingegneria Meccanica, a.a. 2013-14 7 luglio 2014

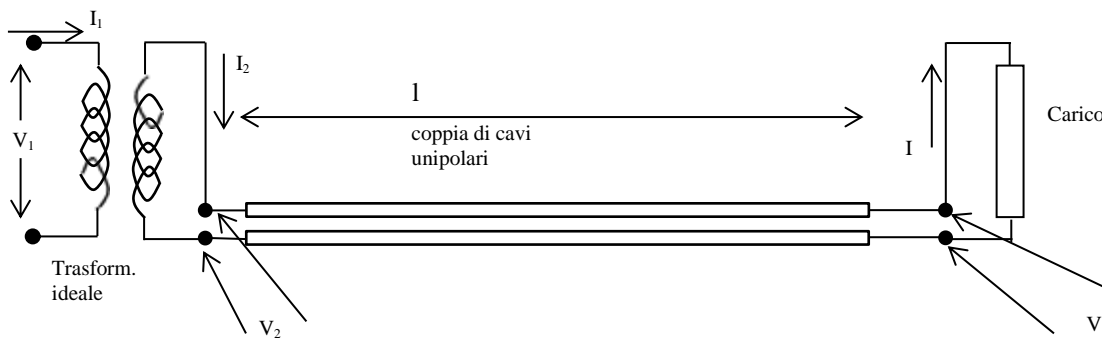
A

NB: I dati numerici sono quelli del compito tipo A, ma il procedimento è valido anche per gli altri compiti.

ESERCIZIO 1 (punti 12) – Il carico monofase di figura, avente i seguenti dati nominali: $V=230V$, 2 kW , $\cos\phi=0.6$, $f=50\text{ Hz}$ è alimentato da una linea realizzata con una coppia di cavi unipolari in rame di sezione $S = 2,5\text{ mm}^2$ e di lunghezza $l = 50\text{ m}$.

A sua volta la linea è alimentata da un trasformatore (secondario lato linea) che si assume ideale e che ha un rapporto di trasformazione pari a $t = 13$. Assumendo che l'induttanza per unità di lunghezza di ciascun cavo sia $L_1 = 0.8\text{ }\mu\text{H/m}$, determinare:

- a. la tensione V_2 al secondario del trasformatore (e all'inizio della linea) per avere la tensione nominale sul carico;
- b. la tensione V_1 e la corrente I_1 al primario del trasformatore;
- c. la potenza attiva P_1 , reattiva Q_1 e apparente N_1 al primario del trasformatore.



Il carico ha $P = 2000W$, $N = P/\cos\phi = 3333VA$, $\sin\phi = 0.8$, $Q = N\sin\phi = \sqrt{N^2 - P^2} = 2667\text{ var}$, $I = N/V = 14.5\text{ A}$

La R di ciascun cavo è $R = \rho l / S$, la reattanza di ciascun cavo $X = 2\pi f * (L_1 * l)$

Le perdite joule della linea (2 cavi) $P_{jl} = 2 * R * I^2$

La potenza reattiva impegnata dalla linea (2 cavi) $Q_l = 2 * X * I^2$

Le potenze all'inizio della linea (al secondario del trasformatore) sono $P_2 = P + P_{jl}$, $Q_2 = q + Q_l$, $N_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2}$ da cui anche (non richiesto) $\cos\phi_2 = P_2/N_2$ e $\sin\phi_2 = Q_2/N_2$ che sono diversi da $\cos\phi$ e $\sin\phi$.

Infine $V_2 = N_2/I$

Si poteva anche fare:

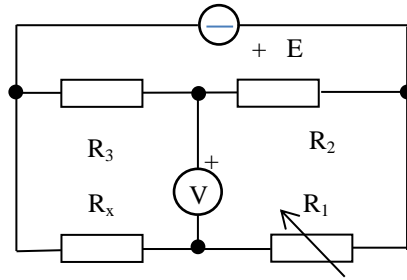
La tensione $V_2 = V + \Delta V_{ind}$ ove $\Delta V_{ind} = 2I(R\cos\phi + X\sin\phi)$ (formula pratica di Kapp) con R e X resistenza e reattanza di ciascun cavo.

NB: Non vale $V_2 = V + Z * I$ con $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$!! perché corrisponde ad applicare il principio di K. con i valori efficaci mentre lo si deve sempre fare solo con le rappresentazioni simboliche.

Essendo il trasformatore ideale i valori delle potenze al primario sono gli stessi che si trovano al secondario e quindi alla partenza della linea.

La tensione di primario $V_1 = V_2 * t$, la corrente di primario $I_1 = I_2 / t = I / t$.

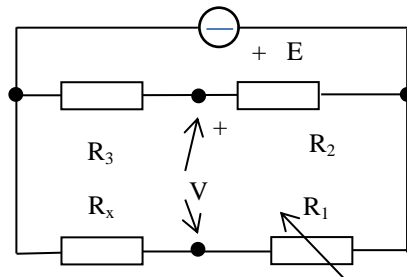
ESERCIZIO 2 (punti 10) – Del circuito di laboratorio in regime stazionario in figura sono noti i valori delle due resistenze fisse R_2 e R_3 mentre la resistenza R_1 è aggiustata fino a che il voltmetro ideale indicata tensione nulla. Assumendo che ciò accada con $R_1 = 12,4 \Omega$, dedurre il valore di R_x .



$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 8 \Omega$$

Il voltmetro è assimilabile and un circuito ideale aperto quindi il circuito si può disegnare come sotto



$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 8 \Omega$$

Se $V=0$ vuol dire che la tensioni su R_3 è uguale a quella su R_x . Applicando la regola del partitore di tensione si scrive allora:

$$E R_3 / (R_3 + R_2) = E R_x / (R_x + R_1)$$

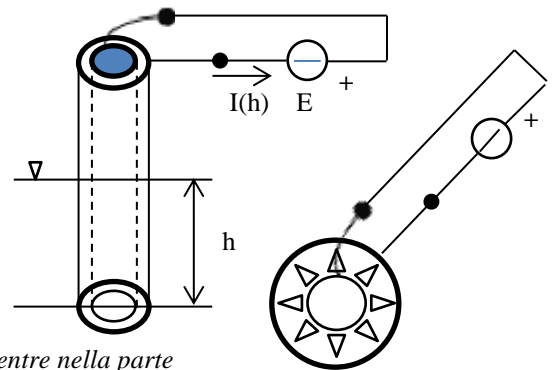
che dopo aver semplificato E ha come sola incognita R_x .

NB: Applicando alla proporzione la proprietà dello scomporre si ha anche

$$R_3 / R_2 = R_x / R_1 \quad \text{da cui} \quad R_1 R_3 / R_2 = R_x \quad (\text{formula del ponte di Wheatstone, vedi testo})$$

ESERCIZIO 3 (punti 10) – Un cisterna contenente un liquido con resistività elettrica $\rho = 20 \Omega\text{m}$ utilizza un misuratore di livello costituito dal resistore cilindrico schematizzato in figura realizzato con due cilindri coassiali verticali di materiale metallico a bassissima resistività. Il diametro del cilindro interno è pari a $2r_i = 3 \text{ cm}$. La corona tra i due cilindri ha spessore $s = 0.5 \text{ cm}$. La lunghezza del misuratore è $l = 1 \text{ m}$.

Assumendo che la parte non immersa del resistore sia in aria, determinare come varia la corrente $I(h)$ al variare del livello h del liquido fra 0 e 1000 mm (fare un grafico o calcolare per alcuni valori di h) quando il resistore è alimentato con una tensione $E = 12 \text{ V}$.



Si tratta di una resistenza a corona cilindrica, con linee di corrente radiali che si sviluppa per l'estensione h ove c'è liquido fra i due cilindri coassiali, mentre nella parte sovrastante non c'è passaggio di corrente. La formula della resistenza cilindrica è:

$$R(h) = (\rho / 2\pi h) \ln(r_{esterno} / r_i) \quad \text{con} \quad r_{esterno} = r_i + s$$

La corrente è allora $I(h) = E / R(h) = E * 2\pi h / (\rho \ln(r_{esterno} / r_i))$ che cresce linearmente con h .