



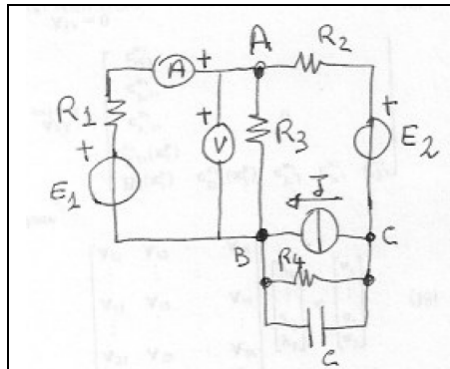
Università degli Studi di Napoli Federico II

Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica e Sc. e Ing. Mater.

Prof. Vincenzo Coccoresse

Prova scritta di Principi di Ingegneria Elettrica I e Elettrotecnica – 20/12/2017

ESERCIZIO 1.

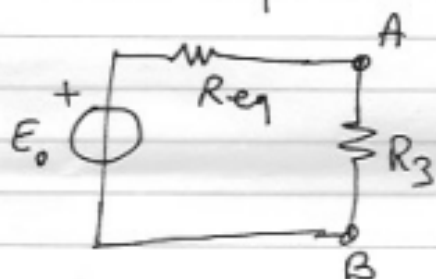


Nella rete in regime stazionario in figura, applicando il teorema di Thévenin ai morsetti A e B, calcolare:

- l'indicazione V del voltmetro ideale
- l'indicazione A dell'amperometro ideale
- la potenza PJ erogata dal generatore di corrente J
- l'energia W_C immagazzinata nel condensatore C

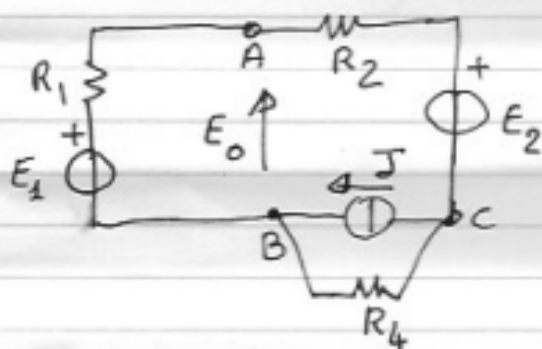
$E_1 = 100 \text{ [V]}$ $E_2 = 200 \text{ [V]}$ $J = 10 \text{ [A]}$
 $R_1 = 10 \text{ [\Omega]}$; $R_2 = 20 \text{ [\Omega]}$; $R_3 = 30 \text{ [\Omega]}$; $R_4 = 40 \text{ [\Omega]}$;
 $C = 100 \text{ [\mu F]}$

Rete equivalente di Thevenin ai morsetti A, B.

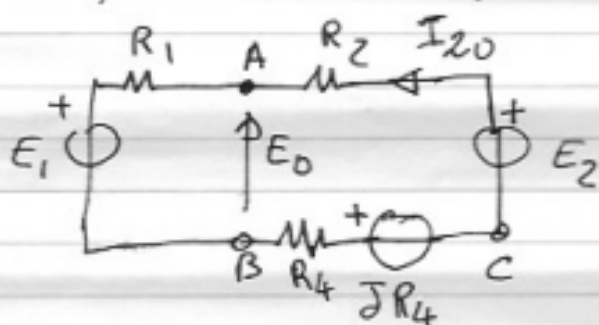
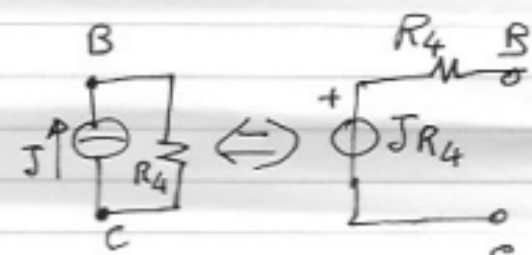


$$V_{AB} = E_0 \frac{R_3}{R_{eq} + R_3} \quad (1)$$

Calcolo E_0 dalla rete



Sfruttando l'equivalenza

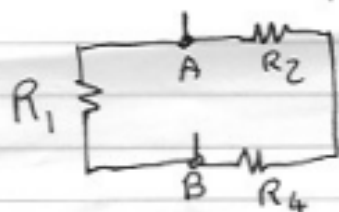


$$I_{20} = \frac{E_2 - E_1 - J R_4}{R_1 + R_2 + R_4} = -4,286$$

$$E_0 = R_1 I_{20} + E_1 = 57,14$$

(2)

Calcolo R_{eq} dalla rete



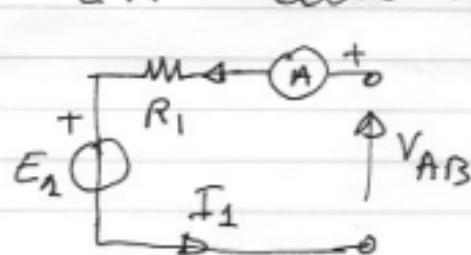
$$R_{eq} = \frac{(R_2 + R_4) R_1}{R_2 + R_4 + R_1} = 8,5714 \quad (3)$$

Sostituendo i valori della (2) e (3) nella (1):

$$V_{AB} = E_0 \frac{R_3}{R_{eq} + R_3} = 44,44$$

L'indicazione V del voltmetro ideale è data da
 $V = V_{AB} = 44,44 \text{ [V]}$

Per il calcolo dell'indicazione dell'amperometro A LKT alla maglia



$$V_{AB} = R_1 I_1 + E_1$$

da cui

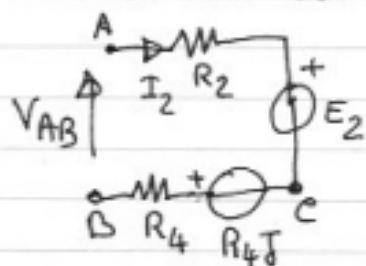
$$I_1 = \frac{V_{AB} - E_1}{R_1} = -5,556$$

$$\text{e quindi } A = I_1 = -5,556 \text{ [A]}$$

La potenza P_f erogata dal generatore d.corr. J è data da

$$P_f = V_{bc} J \quad (4)$$

Per calcolare V_{bc} LKT nella rete maglia



$$V_{AB} = (R_2 + R_4) I_2 + E_2 - R_4 J$$

$$I_2 = (V_{AB} - E_2 + R_4 J) / (R_2 + R_4) = 4,074 \quad (5)$$

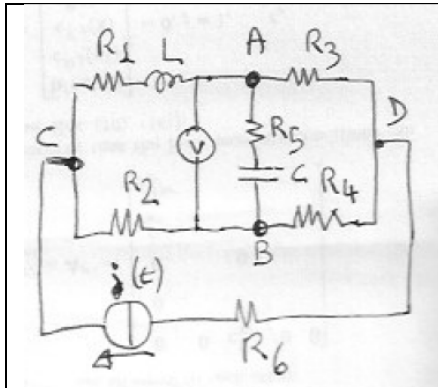
~~Sostituendo la (5) nella (4) si ha~~

$$P_f \text{ da cui } V_{bc} = -R_4 I_2 + R_4 J = 237,0 \quad (5)$$

Sostituendo la (5) nella (4) $P_f = 2370 \text{ [W]}$

L'energia W_c è data da $W_c = 0,5 C V_{bc}^2 = 2370$
 $= 2,809 \text{ [J]}$

ESERCIZIO 2.



Nel circuito in regime sinusoidale in figura, applicando il teorema di Norton ai morsetti A e B, calcolare:

- la lettura V del voltmetro (a valore efficace)
- la potenza attiva P_j erogata dal generatore di corrente $j(t)$
- la potenza reattiva Q_j erogata dal generatore di corrente $j(t)$

$$j(t) = \sqrt{2} \, 10 \sin(\omega t + \pi/4) \text{ [A]}$$

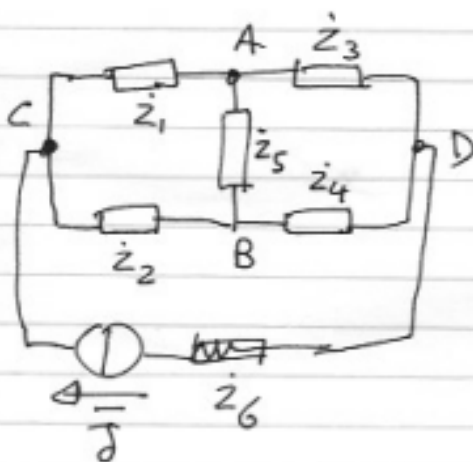
$$\omega = 500 \text{ [rad/s]} \quad C = 80 \text{ [\mu F]}$$

$$L = 50 \text{ [mH]}$$

$$R_1 = 10 \text{ [\Omega]} \quad R_2 = 20 \text{ [\Omega]} \quad R_3 = 30 \text{ [\Omega]} \quad R_4 = 40 \text{ [\Omega]} \quad R_5 = 50 \text{ [\Omega]}$$

$$R_6 = 60 \text{ [\Omega]}$$

Trasformando nel dominio delle fasori
si ha la rete

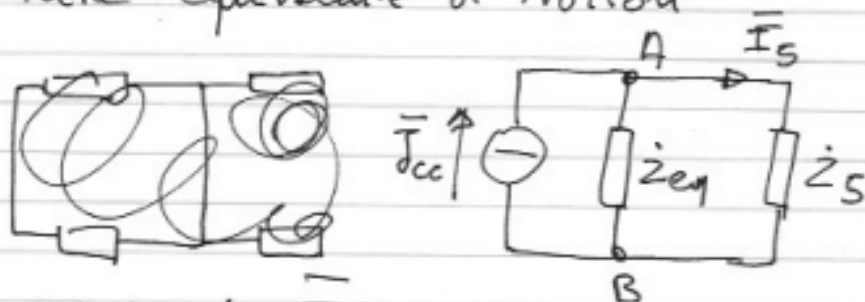


$$\bar{V} = 10e^{j\pi/4}$$

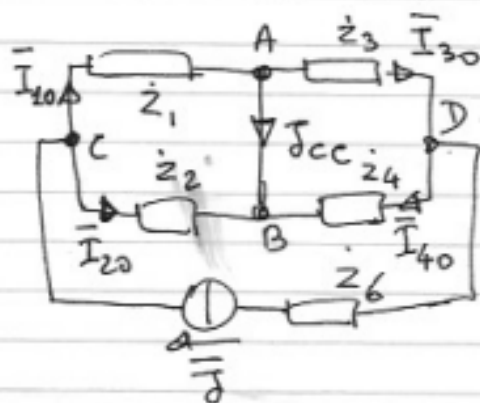
$$X_L = \omega L \quad X_C = 1/\omega C$$

$$\begin{aligned} \dot{Z}_1 &= R_1 + jX_L = 10 + j25 \\ \dot{Z}_2 &= R_2 = 20 \\ \dot{Z}_3 &= R_3 = 30 \\ \dot{Z}_4 &= R_4 = 40 \\ \dot{Z}_5 &= R_5 - jX_C = 50 - j25 \\ \dot{Z}_6 &= R_6 = 60 \end{aligned}$$

Rete equivalente di Norton



Calcolo di \$\bar{I}_{cc}\$

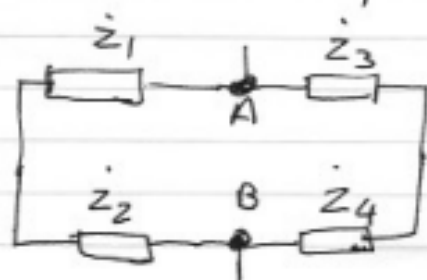


$$\bar{I}_{10} = \frac{\bar{V} \dot{Z}_2}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2} = 5,100 + j0,4637$$

$$\bar{I}_{30} = \bar{V} \frac{\dot{Z}_4}{\dot{Z}_3 + \dot{Z}_4} = 4,041 + j4,041$$

$$\bar{I}_{cc} = \bar{I}_{10} - \bar{I}_{30} = 1,060 - j3,577$$

Calcolo di $\dot{z}_{eq}$



$$\dot{z}_{eq} = \frac{(\dot{z}_1 + \dot{z}_2)(\dot{z}_3 + \dot{z}_4)}{\dot{z}_1 + \dot{z}_2 + \dot{z}_3 + \dot{z}_4} = 23,88 + i 11,53$$

Calcolo di $\hat{I}_S$ nella rete equiv. di Norton

$$\hat{I}_S = \bar{I}_{cc} \frac{\dot{z}_{eq}}{\dot{z}_{eq} + \dot{z}_5} = 1,047 - i 0,8000$$

$$\bar{V}_{AB} = \dot{z}_5 \hat{I}_S = 32,33 - i 66,17$$

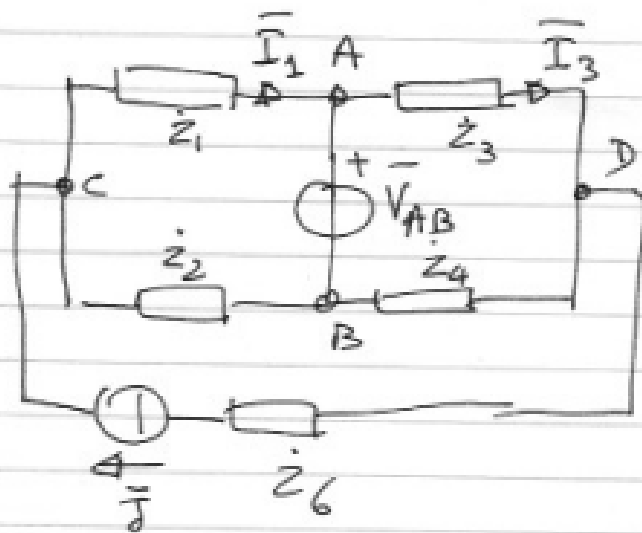
La lettura del voltmetro a val. efficace e' data da $V = |\bar{V}_{AB}| = 73,64 [V]$

La potenza complessa erogata da $\bar{J}$ e' data da:

$$\dot{A}_J = \bar{V}_J \dot{J}$$

dove $\bar{V}_J = \bar{V}_{CD} + \dot{z}_6 \dot{J}$

Per il calcolo di $\bar{V}_{CD}$ applichiamo il teorema di sostituzione

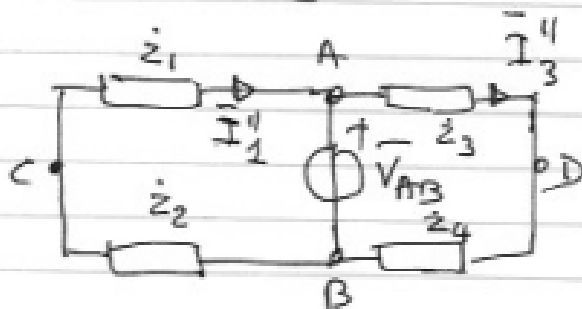


Applicando lo
sovrapp. effetti
il contributo del
generatore $\bar{J}$ e' gi^a
stato calcolato

$$\bar{I}_1' = \bar{I}_{10} = 5,100 + i 0,4637$$

$$\bar{I}_3' = \bar{I}_{30} = 4,041 + i 4,041$$

Il contributo del generatore $\bar{V}_{AB}$ si calcola
dalla rete



$$\bar{I}_1'' = \frac{-\bar{V}_{AB}}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} = 0,4487 + i 1,832$$

$$\bar{I}_3'' = \frac{\bar{V}_{AB}}{\bar{Z}_3 + \bar{Z}_4} = 0,4619 - i 0,9452$$

Quindi si ha

~~$$\bar{I}_1 = \bar{I}_1' + \bar{I}_1'' = 5,549 + i 2,295$$~~

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_3' + \bar{I}_3'' = 4,503 + i 3,095$$

$$\bar{V}_{CD} = \bar{Z}_1 \bar{I}_1 + \bar{Z}_3 \bar{I}_3 = 133,2 + i 25,45$$

$$\bar{V}_J = \bar{V}_{CD} + \bar{Z}_6 \bar{J} = 55,75 + i 678,8$$

$$\bar{A}_J = \bar{V}_J \bar{J}^* = 8742 + i 858,2$$

$$P_J = 8742 \text{ [W]} \quad Q_J = 858,2 \text{ [VAR]}$$