

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

Prova scritta di **Introduzione ai Circuiti** – 9 gennaio 2018

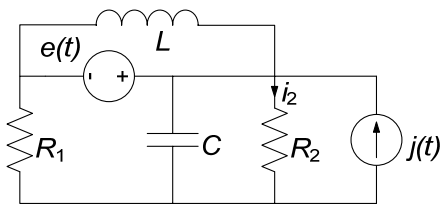
Proff. **Raffaele Albanese, Massimiliano de Magistris, Antonio Quercia**



dati studente

Cognome:	Nome:
Matricola:	<u>Compito A</u>

Esercizio 1 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di circuiti lineari a regime.



$$e(t) = E_m \cos \omega t;$$

$$j(t) = J_m \cos (\omega t + \pi/4);$$

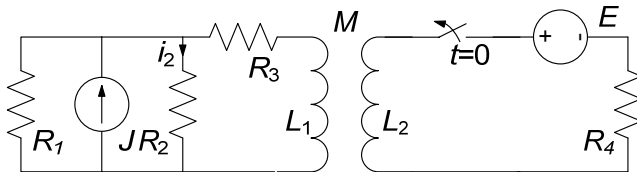
$$E_m = 50 \text{ V}; J_m = 2 \text{ A}; \omega = 200 \text{ rad/s};$$

$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 2 \Omega;$$

$$C = 250 \mu\text{F}; L = 50 \text{ mH}.$$

Il circuito è in regime sinusoidale. Determinare la potenza complessa erogata dal generatore di tensione e l'andamento temporale della corrente $i_2(t)$.

Esercizio 2 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi dinamica dei circuiti lineari.



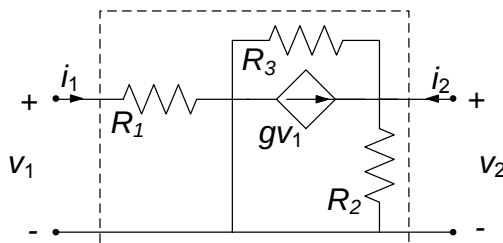
$$E = 10 \text{ V}; J = 2 \text{ A}; R_1 = 2 \Omega;$$

$$R_2 = 4 \Omega; R_3 = 2 \Omega; R_4 = 2 \Omega;$$

$$L_1 = 50 \text{ mH}; L_2 = 2 \text{ mH}; M = 10 \text{ mH}.$$

Il circuito in figura è in regime stazionario per $t < 0$; all'istante $t = 0$ l'interruttore si apre, innescando un transitorio. Determinare la dinamica della corrente $i_2(t)$ per $t > 0$.

Esercizio 3 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di doppi bipoli lineari.



$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 5 \Omega; R_3 = 2 \Omega;$$

$$g = 0.5 \Omega^{-1}.$$

Determinare la caratterizzazione controllata in tensione (matrice G) per il doppio bipolo in figura.

Si prega di non scrivere nella zona sottostante.

	A	B
	C	D
	Insuff.	

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

Prova scritta di **Introduzione ai Circuiti** – 9 gennaio 2018

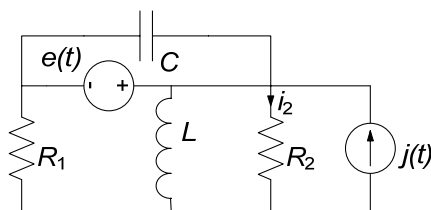
Proff. **Raffaele Albanese, Massimiliano de Magistris, Antonio Quercia**



dati studente

Cognome:	Nome:
Matricola:	<u>Compito B</u>

Esercizio 1 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di circuiti lineari a regime.



$$e(t) = E_m \cos \omega t;$$

$$j(t) = J_m \cos (\omega t + \pi/4);$$

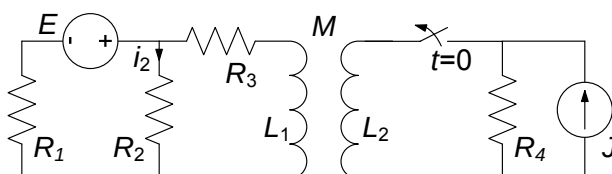
$$E_m = 50 \text{ V}; J_m = 2 \text{ A}; \omega = 200 \text{ rad/s};$$

$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 2 \Omega;$$

$$C = 250 \mu\text{F}; L = 50 \text{ mH}.$$

Il circuito è in regime sinusoidale. Determinare la potenza complessa erogata dal generatore di tensione e l'andamento temporale della corrente $i_2(t)$.

Esercizio 2 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi dinamica dei circuiti lineari.



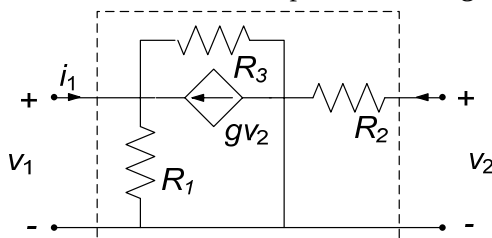
$$E = 10 \text{ V}; J = 2 \text{ A}; R_1 = 2 \Omega;$$

$$R_2 = 4 \Omega; R_3 = 2 \Omega; R_4 = 2 \Omega;$$

$$L_1 = 50 \text{ mH}; L_2 = 2 \text{ mH}; M = 10 \text{ mH}.$$

Il circuito in figura è in regime stazionario per $t < 0$; all'istante $t = 0$ l'interruttore si apre, innescando un transitorio. Determinare la dinamica della corrente $i_2(t)$ per $t > 0$.

Esercizio 3 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di doppi bipoli lineari.



$$R_1 = 5 \Omega; R_2 = 10 \Omega; R_3 = 2 \Omega;$$

$$g = 0.5 \Omega^{-1}.$$

Determinare la caratterizzazione controllata in tensione (matrice G) per il doppio bipolo in figura.

Si prega di non scrivere nella zona sottostante.

	A	B
	C	D
	Insuff.	

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE

Prova scritta di **Elettrotecnica** – 9 gennaio 2018

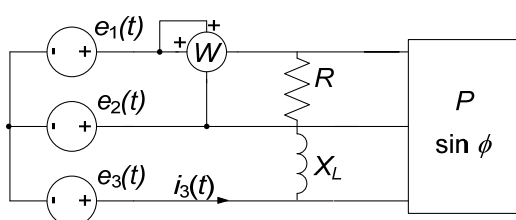
Prof. **Raffaele Albanese**



dati studente

Cognome:	Nome:
Matricola:	Compito C

Esercizio 1 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di reti trifase.



$$e_1(t) = \sqrt{2}E \cos(2\pi f \cdot t)$$

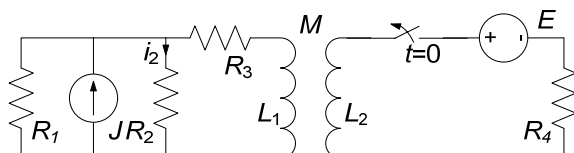
$$E = 230 \text{ V}; f = 50 \text{ Hz};$$

$$P = 4 \text{ kW}; \sin \phi = 0.707;$$

$$R = 10 \Omega; X_L = 20 \Omega.$$

Il circuito è alimentato da una terna sinusoidale simmetrica diretta. Determinare la lettura del wattmetro W e l'andamento temporale della corrente $i_3(t)$.

Esercizio 2 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi dinamica dei circuiti lineari.



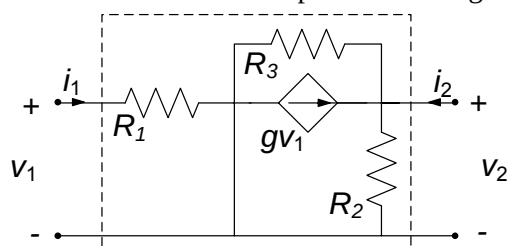
$$E = 10 \text{ V}; J = 2 \text{ A}; R_1 = 2 \Omega;$$

$$R_2 = 4 \Omega; R_3 = 2 \Omega; R_4 = 2 \Omega;$$

$$L_1 = 50 \text{ mH}; L_2 = 2 \text{ mH}; M = 10 \text{ mH}.$$

Il circuito in figura è in regime stazionario per $t < 0$; all'istante $t = 0$ l'interruttore si apre, innescando un transitorio. Determinare la dinamica della corrente $i_2(t)$ per $t > 0$.

Esercizio 3 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di doppi bipoli lineari.



$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 5 \Omega; R_3 = 2 \Omega;$$

$$g = 0.5 \Omega^{-1}.$$

Determinare la caratterizzazione controllata in tensione (matrice G) per il doppio bipolo in figura.

Si prega di non scrivere nella zona sottostante.

	A	B
	C	D
	Insuff.	

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE

Prova scritta di **Elettrotecnica** – 9 gennaio 2018

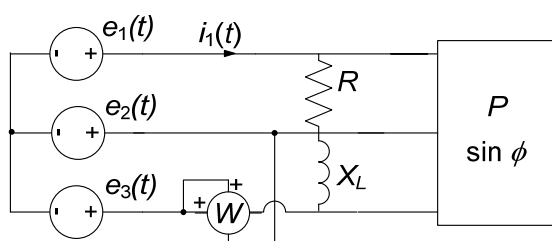
Prof. **Raffaele Albanese**



dati studente

Cognome:	Nome:
Matricola:	Compito D

Esercizio 1 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di reti trifase.



$$e_1(t) = \sqrt{2}E \cos(2\pi f \cdot t)$$

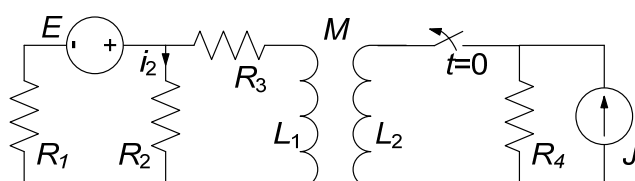
$$E = 230 \text{ V}; f = 50 \text{ Hz};$$

$$P = 4 \text{ kW}; \sin \phi = 0.707;$$

$$R = 10 \Omega; X_L = 20 \Omega.$$

Il circuito è alimentato da una terna sinusoidale simmetrica diretta. Determinare la lettura del wattmetro W e l'andamento temporale della corrente $i_1(t)$.

Esercizio 2 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi dinamica dei circuiti lineari.



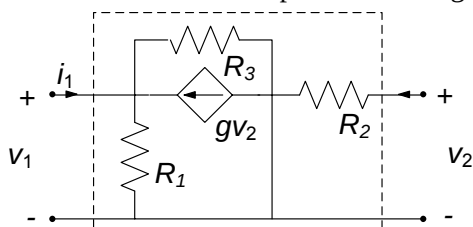
$$E = 10 \text{ V}; J = 2 \text{ A}; R_1 = 2 \Omega;$$

$$R_2 = 4 \Omega; R_3 = 2 \Omega; R_4 = 2 \Omega;$$

$$L_1 = 50 \text{ mH}; L_2 = 2 \text{ mH}; M = 10 \text{ mH}.$$

Il circuito in figura è in regime stazionario per $t < 0$; all'istante $t = 0$ l'interruttore si apre, innescando un transitorio. Determinare la dinamica della corrente $i_2(t)$ per $t > 0$.

Esercizio 3 – Obiettivi: verificare la padronanza degli elementi fondamentali per l'analisi di doppi bipoli lineari.



$$R_1 = 5 \Omega; R_2 = 10 \Omega; R_3 = 2 \Omega;$$

$$g = 0.5 \Omega^{-1}.$$

Determinare la caratterizzazione controllata in tensione (matrice G) per il doppio bipolo in figura.

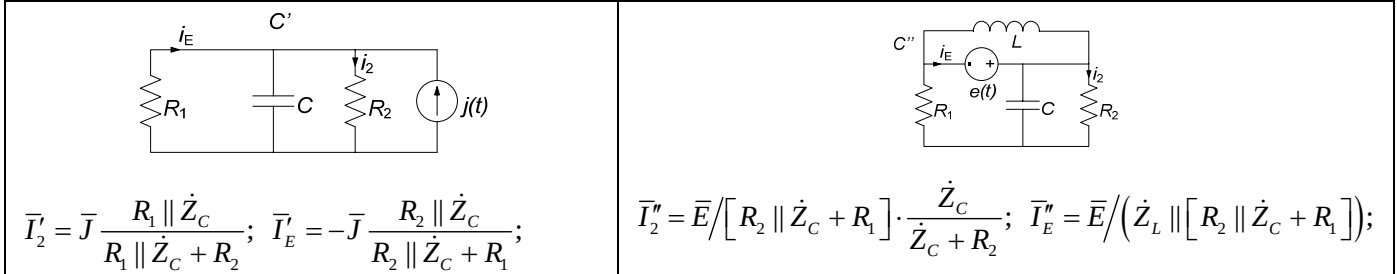
Si prega di non scrivere nella zona sottostante.

	A	B
	C	D
	Insuff.	



Soluzione (compito A)

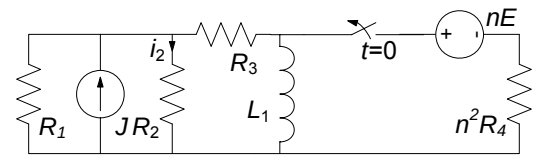
- 1) Applicando la sovrapposizione degli effetti, il circuito si riduce ai due circuiti ausiliari riportati.



$$\bar{I}_2 = \bar{I}'_2 + \bar{I}''_2 = 1.27 + 1.07j + 4.14 - 0.34j = 5.41 + 0.73j; \quad i_2(t) = 5.45 \cos(200t + 0.13);$$

$$\bar{I}_E = \bar{I}'_E + \bar{I}''_E = -0.25 - 0.21j + 4.17 - 4.93j = 3.92 - 5.15j; \quad \hat{P}_E = \frac{1}{2} \bar{E} \cdot \bar{I}_E^* = 97.97 + 128.64j.$$

- 2) Osservando che l'accoppiamento risulta perfetto, con il corrispondente circuito equivalente e sfruttando il trasporto a primario ci si riconduce al circuito in figura. Per il calcolo del regime per $t < 0$, considerato che l'induttore si riduce ad un c.c.; e sovrapponendo si ha:



$$t < 0 \rightarrow i_L = i'_L + i''_L = J \frac{G_3}{G_1 + G_2 + G_3} - \frac{nE}{n^2 R_4} = 0.8 + 1 = 1.8 \text{ A}$$

$$t \geq 0 \rightarrow R_{eq} = R_1 \parallel R_2 + R_3 = 3.33 \Omega; \quad \lambda = -R_{eq}/L = -66.7 \text{ s}^{-1}; \quad i_{L\infty} = i'_L = 0.8 \text{ A};$$

$$i_L(t) = [i_L(0) - i_{L\infty}] e^{\lambda t} + i_{L\infty} = e^{-66.7t} + 0.8.$$

L'espressione della soluzione per $i_2(t)$, $t \geq 0$ si trova facilmente utilizzando il concetto di circuito resistivo associato:

$$i_2(t) = [J - i_L(t)] \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -0.33e^{-66.7t} + 0.40.$$

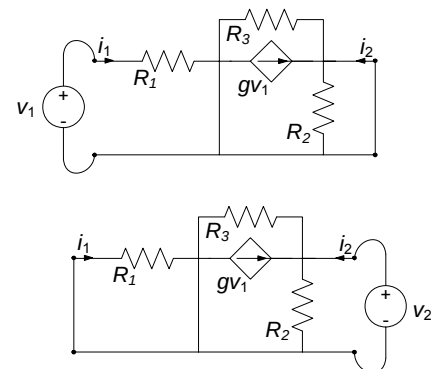
- 3) I due circuiti di caratterizzazione, per il calcolo dei rispettivi parametri sono rappresentati in figura. Si ha:

$$G_{11} = \left. \frac{i_1}{v_1} \right|_{v_2=0} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} = 0.1 \Omega^{-1}$$

$$G_{12} = \left. \frac{i_1}{v_2} \right|_{v_1=0} = 0 \Omega^{-1}$$

$$G_{21} = \left. \frac{i_2}{v_1} \right|_{v_2=0} \rightarrow i_2 = -gv_1 \Rightarrow G_{21} = -g = -0.5 \Omega^{-1}$$

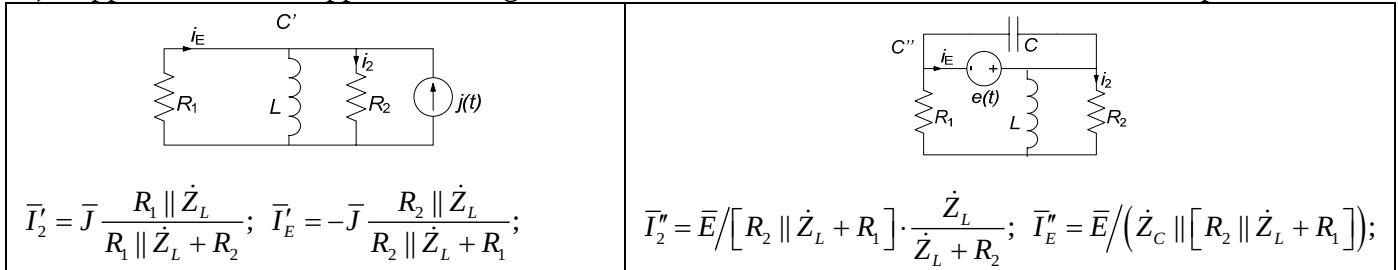
$$G_{22} = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{v_1=0} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{7}{10} = 0.7 \Omega^{-1}$$





Soluzione (compito B)

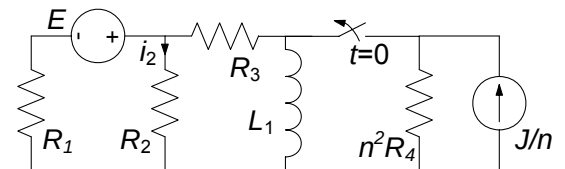
1) Applicando la sovrapposizione degli effetti, il circuito si riduce ai due circuiti ausiliari riportati.



$$\bar{I}_2 = \bar{I}'_2 + \bar{I}''_2 = 0.96 + 1.34j + 4.05 + 0.68j = 5.01 + 2.01j; \quad i_2(t) = 5.40 \cos(200t + 0.38);$$

$$\bar{I}_E = \bar{I}'_E + \bar{I}''_E = -0.19 - 0.27j + 4.19 + 2.35j = 4.00 + 2.08j; \quad \hat{P}_E = \frac{1}{2} \bar{E} \cdot \bar{I}_E^* = 99.95 - 52.43j.$$

2) Osservando che l'accoppiamento risulta perfetto, con il corrispondente circuito equivalente e sfruttando il trasporto a primario ci si riconduce al circuito in figura. Per il calcolo del regime per $t < 0$, considerato che l'induttore si riduce ad un c.c.; e sovrapponendo si ha:



$$t < 0 \rightarrow i_L = i'_L + i''_L = \frac{E}{R_1 + R_2 \parallel R_3} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} + \frac{J}{n} = 2 + 0.4 = 2.4 \text{ A}$$

$$t \geq 0 \rightarrow R_{eq} = R_1 \parallel R_2 + R_3 = 3.33 \Omega; \quad \lambda = -R_{eq}/L = -66.7 \text{ s}^{-1}; \quad i_{L\infty} = i'_L = 2 \text{ A};$$

$$i_L(t) = [i_L(0) - i_{L\infty}] e^{\lambda t} + i_{L\infty} = 0.4e^{-66.7t} + 2.$$

L'espressione della soluzione per $i_2(t)$, $t \geq 0$ si trova facilmente utilizzando il concetto di circuito resistivo associato:

$$i_2(t) = \left[\frac{E}{R_1} - i_L(t) \right] \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -0.13e^{-66.7t} + 1.$$

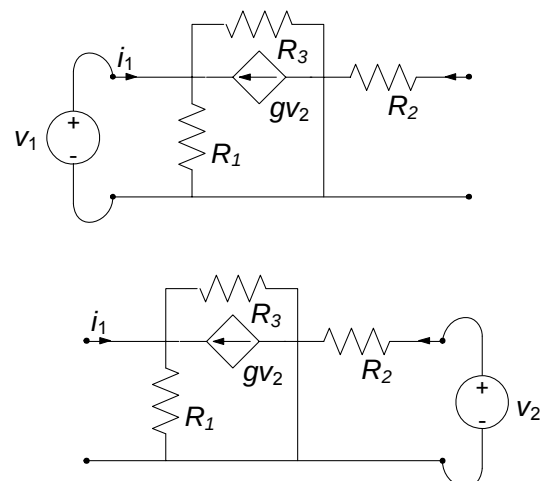
3) I due circuiti di caratterizzazione, per il calcolo dei rispettivi parametri sono rappresentati in figura. Si ha:

$$G_{11} = \left. \frac{i_1}{v_1} \right|_{v_2=0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{7}{10} = 0.7 \Omega^{-1}$$

$$G_{12} = \left. \frac{i_1}{v_2} \right|_{v_1=0} \rightarrow i_1 = -gv_2 \Rightarrow G_{12} = -g = -0.5 \Omega^{-1}$$

$$G_{21} = \left. \frac{i_2}{v_1} \right|_{v_2=0} = 0 \Omega^{-1}$$

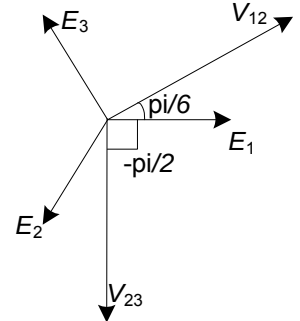
$$G_{22} = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{v_1=0} = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} = 0.1 \Omega^{-1}$$





Soluzione (compito C)

- 1) Per la rete trifase in figura, con il riferimento assegnato, il diagramma fasoriale delle tensioni d'interesse è quello in figura. Di conseguenza si ha:



$$Q = P \tan \varphi = 3.99 \text{ kVar}; \quad \bar{V}_{12} = \sqrt{3}E \cdot e^{j\frac{\pi}{6}};$$

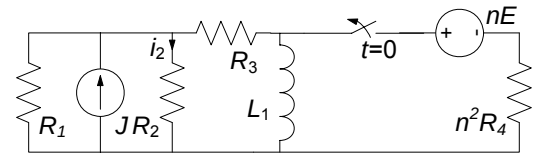
$$\bar{I}_{\text{equil}_1} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{3E} e^{-j\arctan\left(\frac{Q}{P}\right)} = 5.79 - 5.79j; \quad \bar{I}_R = \frac{\bar{V}_{12}}{R} = 34.5 + 19.92j;$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_{\text{equil}_1} + \bar{I}_R = 40.3 + 14.1j; \quad W = \text{Re}\{\bar{V}_{12}\bar{I}_1^*\} = 16.7 \text{ kW}$$

$$\bar{I}_{\text{equil}_3} = |\bar{I}_{\text{equil}_1}| e^{j\left[-\arctan\left(\frac{Q}{P}\right) + \frac{2}{3}\pi\right]} = 2.12 + 7.92j; \quad \bar{I}_L = \frac{\bar{V}_{23}}{\bar{Z}_L} = -19.9;$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_{\text{equil}_3} - \bar{I}_L = 22.04 + 7.92j; \quad i_3(t) = 23.4 \cos(314t + 0.34).$$

- 2) Osservando che l'accoppiamento risulta perfetto, con il corrispondente circuito equivalente e sfruttando il trasporto a primario ci si riconduce al circuito in figura. Per il calcolo del regime per $t < 0$, considerato che l'induttore si riduce ad un c.c.; e sovrapponendo si ha:



$$t < 0 \rightarrow i_L = i'_L + i''_L = J \frac{G_3}{G_1 + G_2 + G_3} - \frac{nE}{n^2R_4} = 0.8 + 1 = 1.8 \text{ A}$$

$$t \geq 0 \rightarrow R_{eq} = R_1 \parallel R_2 + R_3 = 3.33 \Omega; \quad \lambda = -R_{eq}/L = -66.7 \text{ s}^{-1}; \quad i_{L\infty} = i'_L = 0.8 \text{ A};$$

$$i_L(t) = [i_L(0) - i_{L\infty}]e^{\lambda t} + i_{L\infty} = e^{-66.7t} + 0.8.$$

L'espressione della soluzione per $i_2(t)$, $t \geq 0$ si trova facilmente utilizzando il concetto di circuito resistivo associato:

$$i_2(t) = [J - i_L(t)] \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -0.33e^{-66.7t} + 0.40.$$

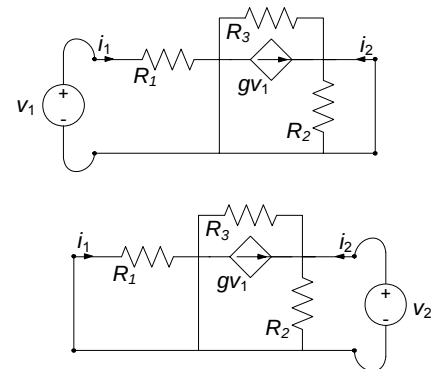
- 3) I due circuiti di caratterizzazione, per il calcolo dei rispettivi parametri sono rappresentati in figura. Si ha:

$$G_{11} = \left. \frac{i_1}{v_1} \right|_{v_2=0} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} = 0.1 \Omega^{-1}$$

$$G_{12} = \left. \frac{i_1}{v_2} \right|_{v_1=0} = 0 \Omega^{-1}$$

$$G_{21} = \left. \frac{i_2}{v_1} \right|_{v_2=0} \rightarrow i_2 = -gv_1 \Rightarrow G_{21} = -g = -0.5 \Omega^{-1}$$

$$G_{22} = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{v_1=0} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{7}{10} = 0.7 \Omega^{-1}$$





Soluzione (compito D)

- 1) Per la rete trifase in figura, con il riferimento assegnato, il diagramma fasoriale delle tensioni d'interesse è quello in figura. Di conseguenza si ha:

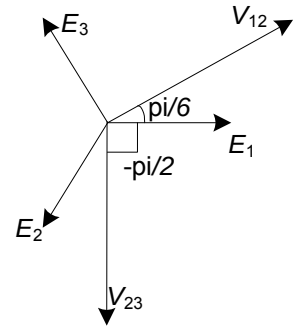
$$Q = P \tan \varphi = 3.99 \text{ kVAR}; \quad \bar{V}_{12} = \sqrt{3}E \cdot e^{j\frac{\pi}{6}};$$

$$\bar{I}_{\text{equil}_1} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{3E} e^{-j\arctan\left(\frac{Q}{P}\right)} = 5.79 - 5.79j; \quad \bar{I}_R = \frac{\bar{V}_{12}}{R} = 34.5 + 19.92j;$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_{\text{equil}_1} + \bar{I}_R = 40.30 + 14.12j; \quad i_1(t) = 42.7 \cos(314t + 0.33);$$

$$\bar{I}_{\text{equil}_3} = |\bar{I}_{\text{equil}_1}| e^{j\left[-\arctan\left(\frac{Q}{P}\right) + \frac{2}{3}\pi\right]} = 2.12 + 7.92j; \quad \bar{I}_L = \frac{\bar{V}_{23}}{\bar{Z}_L} = -19.9;$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_{\text{equil}_3} - \bar{I}_L = 22.04 + 7.92j; \quad W = \text{Re}\{\bar{V}_{32} \bar{I}_3^*\} = 3.15 \text{ kW}.$$



- 2) Osservando che l'accoppiamento risulta perfetto, con il corrispondente circuito equivalente e sfruttando il trasporto a primario ci si riconduce al circuito in figura. Per il calcolo del regime per $t < 0$, considerato che l'induttore si riduce ad un c.c.; e sovrapponendo si ha:

$$t < 0 \rightarrow i_L = i'_L + i''_L = \frac{E}{R_1 + R_2 \parallel R_3} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} + \frac{J}{n} = 2 + 0.4 = 2.4 \text{ A}$$

$$t \geq 0 \rightarrow R_{eq} = R_1 \parallel R_2 + R_3 = 3.33 \Omega; \quad \lambda = -R_{eq}/L = -66.7 \text{ s}^{-1}; \quad i_{L\infty} = i'_L = 2 \text{ A};$$

$$i_L(t) = [i_L(0) - i_{L\infty}] e^{\lambda t} + i_{L\infty} = 0.4e^{-66.7t} + 2.$$

L'espressione della soluzione per $i_2(t)$, $t \geq 0$ si trova facilmente utilizzando il concetto di circuito resistivo associato:

$$i_2(t) = \left[\frac{E}{R_1} - i_L(t) \right] \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -0.13e^{-66.7t} + 1.$$

- 3) I due circuiti di caratterizzazione, per il calcolo dei rispettivi parametri sono rappresentati in figura. Si ha:

$$G_{11} = \left. \frac{i_1}{v_1} \right|_{v_2=0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{7}{10} = 0.7 \Omega^{-1}$$

$$G_{12} = \left. \frac{i_1}{v_2} \right|_{v_1=0} \rightarrow i_1 = -gv_2 \Rightarrow G_{12} = -g = -0.5 \Omega^{-1}$$

$$G_{21} = \left. \frac{i_2}{v_1} \right|_{v_2=0} = 0 \Omega^{-1}$$

$$G_{22} = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{v_1=0} = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} = 0.1 \Omega^{-1}$$

