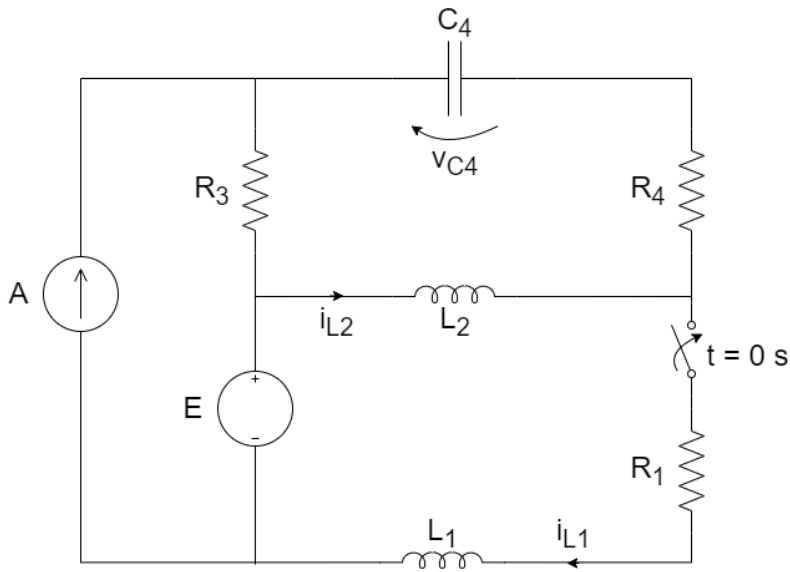


**Risolvere il seguente esercizio** (Tot. 10 punti)

**È assegnato il circuito dinamico di figura. La rete è a regime con l'interruttore inizialmente aperto. L'interruttore si chiude all'istante  $t = 0$ .**

I dati sono indicati nel testo della prima domanda. Lavorare sempre con almeno cinque cifre significative, i risultati richiesti **DEVONO** essere arrotondati alla terza cifra significativa. Tutti i risultati devono essere riferiti alle unità di misura previste dal sistema internazionale (inserire solo il risultato numerico senza l'unità di misura). Utilizzare come separatore decimale la virgola "," se il test viene svolto in lingua italiana (IT). Utilizzare invece il punto "." se il test viene svolto in lingua inglese (EN).



**Dati:**

$$R_1 = 5 \, \Omega \quad R_3 = R_4 = 2 \, \Omega \quad L_1 = 2 \, H \quad L_2 = 1 \, F \quad C_4 = 1 \, F \quad E = 7,3 \, V \quad A = 10 \, A$$

Calcolare l'energia immagazzinata nell'induttore  $L_1$  all'istante  $t = 0^-$  (1 punto).

Risposta:

Calcolare l'energia immagazzinata nell'induttore  $L_2$  all'istante  $t = 0^-$  (1 punto).

Risposta:

Calcolare l'energia immagazzinata nel condensatore  $C_4$  all'istante  $t = 0^-$  (1 punto).

Risposta:

Calcolare la derivata della corrente che scorre nell'induttore  $L_1$  all'istante  $t = 0^+$  (1 punto).

Risposta:

Calcolare la derivata della corrente che scorre nell'induttore  $L_2$  all'istante  $t = 0^+$  (1 punto).

Risposta:

Determinare la potenza elettrica erogata dal generatore  $E$  all'istante  $t = \infty$  (2 punti)

Risposta:

Determinare la potenza elettrica dissipata dal resistore  $R_3$  all'istante  $t = \infty$  (1 punto)

Risposta:

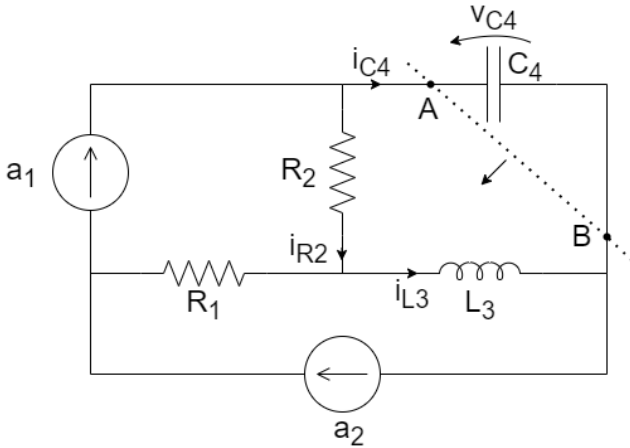
Determinare la potenza elettrica erogata dal generatore  $A$  all'istante  $t = \infty$  (2 punti)

Risposta:

**Risolvere il seguente esercizio** (Tot. 10 punti)

**È assegnato il circuito in regime sinusoidale di figura.**

I dati sono indicati nel testo della prima domanda. Lavorare sempre con almeno cinque cifre significative, i risultati richiesti **DEVONO** essere arrotondati alla terza cifra significativa. Tutti i risultati devono essere riferiti alle unità di misura previste dal sistema internazionale (inserire solo il risultato numerico senza l'unità di misura). La fase dei fasori è espressa in gradi. Utilizzare come separatore decimale la virgola "," se il test viene svolto in lingua italiana (IT). Utilizzare invece il punto "." se il test viene svolto in lingua inglese (EN).



**Si faccia riferimento alla convenzione del coseno a fase nulla nei calcoli (convertire il seno in coseno)**

**Dati:**

$$R_1 = 1 \, \Omega \quad R_2 = 2 \, \Omega \quad L_3 = 1 \, H \quad C_4 = 2 \, F \quad a_1(t) = 2\sin(2t-15^\circ) \, A \quad a_2(t) = \cos(2t+60^\circ) \, A$$

Determinare il modulo del fasore della corrente  $a_1(t)$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la fase del fasore della corrente  $a_1(t)$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare il modulo del fasore della corrente  $a_2(t)$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la fase del fasore della corrente  $a_2(t)$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte reale dell'impedenza del resistore  $R_1$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte immaginaria dell'impedenza del resistore  $R_1$  (0.25 punti).

Risposta:

Determinare la parte reale dell'impedenza del resistore  $R_2$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte immaginaria dell'impedenza del resistore  $R_2$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte reale dell'impedenza dell'induttore  $L_3$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte immaginaria dell'impedenza dell'induttore  $L_3$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte reale dell'impedenza del condensatore  $C_4$  (0,25 punti).

Risposta:

Determinare la parte immaginaria dell'impedenza del condensatore  $C_4$  (0,25 punti).

Risposta:

Siano dati i seguenti valori delle impedenze del circuito:

$$Z_{R_1} = 6,2 \, \Omega \quad Z_{R_2} = 7,8 \, \Omega \quad Z_{L_3} = 9,1j \, \Omega \quad Z_{C_4} = -0,6j \, \Omega$$

Determinare il circuito equivalente di Thevenin della parte di rete elettrica opposta al condensatore  $C_4$  rispetto ai morsetti A e B.

a) Calcolare la parte reale dell'impedenza equivalente vista dai morsetti A e B (0,25 punti).

Risposta:

b) Determinare la parte immaginaria dell'impedenza equivalente vista dai morsetti A e B (0,25 punti).

Risposta:

Siano dati modulo e fase dei fasori di  $a_1(t)$  e di  $a_2(t)$ :

$$A_1 = 7,8 \text{ A} \quad \phi_{a_1} = 5,3^\circ \quad A_2 = 8,4 \text{ A} \quad \phi_{a_2} = 6,3^\circ$$

Siano dati i seguenti valori delle impedenze del circuito:

$$Z_{R_1} = 3 \Omega \quad Z_{R_2} = 1 \Omega \quad Z_{L_3} = j5 \Omega \quad Z_{C_4} = -j/6 \Omega$$

c) Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare il modulo della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B quando  $a_2=0$  (0,25 punti)

Risposta:

d) Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare la fase della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B quando  $a_2=0$  (0,25 punti)

Risposta:

e) Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare il modulo della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B quando  $a_1=0$  (0,25 punti)

Risposta:

f) Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare la fase della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B quando  $a_1=0$  (0,25 punti)

Risposta:

g) Determinare la parte reale della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B (0,25 punti)

Risposta:

h) Determinare la parte immaginaria della tensione equivalente di Thevenin ai capi dei morsetti A e B (0,25 punti)

Risposta:

Siano dati modulo e fase del fasore della tensione equivalente di Thevenin  $e_{eq,AB}$ :

$$E_{eq,AB} = 0,471 \text{ V} \quad \phi_{e_{eq,AB}} = -15^\circ$$

Siano date parte reale ed immaginaria dell'impedenza equivalente di Thevenin:

$$Z_{eq,AB} = \frac{4}{3} + \frac{2}{3}j \Omega$$

Sia ridata l'impedenza del condensatore  $C_4$ :

$$Z_{C4} = -\frac{1}{8}j \Omega$$

a) Determinare il modulo della corrente  $i_{C4}$  attraverso il condensatore  $C_4$  (0,5 punti)

Risposta:

b) Determinare la fase della corrente  $i_{C4}$  attraverso il condensatore  $C_4$  (0,5 punti).

Risposta:



Siano dati modulo e fase del fasore della corrente attraverso il condensatore  $C_4$ :

$$I_{C4} = 2,76 \text{ A} \quad \phi_{i_{C4}} = -54^\circ$$

a) Determinare la parte reale della corrente  $i_{R2}$  attraverso il resistore  $R_2$  (0,5 punti)

Risposta:

b) Determinare la parte immaginaria della corrente  $i_{R2}$  attraverso il resistore  $R_2$  (0,5 punti).

Risposta:

Trascinare nelle parti mancanti una equazione (a), (b), (c), ... tra quelle elencate a fondo pagina (1 punto).

Essendo la frequenza angolare  $\omega = 4 \text{ rad/s}$ ,  $\text{Re}\{\bar{I}_{R2}\} = 2,8 \text{ A}$  e  $\text{Im}\{\bar{I}_{R2}\} = 0,7 \text{ A}$ , il segnale di corrente  $i_{R2}$  nel dominio del tempo può essere espresso come:

- (a)  $i_{C2}(t) = 2,89\cos(4t-76^\circ)$     (b)  $i_{C2}(t) = 4,08\cos(4t+76^\circ)$     (c)  $i_{C2}(t) = 2,89\sin(4t+14^\circ)$   
(d)  $i_{C2}(t) = 4,08\cos(2t+14^\circ)$     (e)  $i_{C2}(t) = 2,89\cos(4t+14^\circ)$     (f)  $i_{C2}(t) = 4,08\cos(4t+14^\circ)$   
(g)  $i_{C2}(t) = 4,08\sin(4t+14^\circ)$     (i)  $i_{C2}(t) = 2,89\cos(2t+14^\circ)$

Siano dati  $a_1(t)$  e  $a_2(t)$ :

$$a_1(t) = 2\sin(2t-15^\circ) \text{ A} \quad a_2(t) = \cos(2t+60^\circ) \text{ A}$$

Siano dati i seguenti valori dei componenti del circuito:

$$R_1 = 1 \Omega \quad R_2 = 2 \Omega \quad L_3 = 1 \text{ H} \quad C_4 = 2 \text{ F}$$

Siano dati modulo e fase del fasore di  $i_{C4}(t)$ :

$$I_{C4} = 1,06 \text{ A} \quad \phi_{i_{C4}} = -175^\circ$$

a) Determinare la potenza attiva erogata da  $a_2(t)$  (1 punto)

Risposta:

b) Determinare la potenza reattiva erogata da  $a_2(t)$  (1 punto)

Risposta:

**Selezionare la risposta esatta per ciascuna delle seguenti quattro domande** (Tot. 5 punti).

Solamente un'opzione è corretta. Nel caso non si voglia rispondere selezionare l'opzione "*nessuna risposta*".

Punteggio singola domanda:

- Risposta esatta 1 punto;
- Risposta errata -0,25 punti;
- Risposta non data 0 punti (*nessuna risposta*).

**Quattro condensatori in serie collegati in parallelo a due induttori in serie...**

Scegli un'alternativa:

- ☐ a. *nessuna risposta*.
- ☐ b. possono essere ridotti ad un unico condensatore equivalente.
- ☐ c. possono essere ridotti ad un bipolo LC serie equivalente.
- ☐ d. possono essere ridotti ad un unico induttore equivalente.
- ☐ e. possono essere ridotti ad un bipolo LC parallelo equivalente.
- ☐ f. possono essere ridotti a due bipoli LC parallelo equivalenti in serie.

**Sia  $\tau$  la costante di tempo di un circuito dinamico del primo ordine. Il transitorio può ritenersi esaurito dopo un tempo pari a circa...**

Scegli un'alternativa:

- ☐ a. tre volte  $\tau$ .
- ☐ b. *nessuna risposta*.
- ☐ c.  $\frac{1}{\tau}$ .
- ☐ d. cinque volte  $\tau$ .
- ☐ e.  $\tau$ .
- ☐ f. infinito.

**Si consideri un circuito magnetico in ferro avente sezione  $S = 120 \text{ cm}^2$ , lunghezza  $L = 7 \text{ cm}$ , traferro di lunghezza  $\delta = 1 \text{ mm}$ , permeabilità magnetica relativa  $\mu_r = 1620$  e  $N = 2000$  avvolgimenti di filo conduttore percorso da corrente  $I = 6 \text{ A}$ . Sapendo che la permeabilità magnetica del vuoto è  $\mu_0 = 1,256 \mu\text{H/m}$ , selezionare la terna corretta dei valori assunti dalla riluttanza del ferro  $R_{fe}$ , dalla riluttanza del traferro  $R_t$  e dalla forza magnetomotrice  $f_{mm}$ :**

Scegli un'alternativa:

- ☐ a.  $R_{fe} = 2867 \text{ H}^{-1}$      $R_t = 66338 \text{ H}^{-1}$      $f_{mm} = 12000 \text{ Asp}$
- ☐ b.  $R_{fe} = 2867 \text{ H}^{-1}$      $R_t = 66348 \text{ H}^{-1}$      $f_{mm} = 12000 \text{ Asp}$
- ☐ c.  $R_{fe} = 2867 \text{ H}^{-1}$      $R_t = 66348 \text{ H}^{-1}$      $f_{mm} = 10000 \text{ Asp}$
- ☐ d.  $R_{fe} = 2876 \text{ H}^{-1}$      $R_t = 66338 \text{ H}^{-1}$      $f_{mm} = 12000 \text{ Asp}$
- ☐ e. *nessuna risposta*.
- ☐ f.  $R_{fe} = 66348 \text{ H}^{-1}$      $R_t = 2867 \text{ H}^{-1}$      $f_{mm} = 12000 \text{ Asp}$

Dato un circuito con 8 lati, 5 maglie e 4 nodi, individuare la terna corretta di valori corrispondenti al numero delle relazioni costitutive ( $RC$ ), alle leggi di Kirchhoff delle tensioni ( $LKT$ ) ed alle leggi di Kirchhoff delle correnti ( $LKC$ ):

Scegli un'alternativa:

- ☐ a.  $RC = 5, LKT = 5, LKC = 3.$
- ☐ b.  $RC = 5, LKT = 8, LKC = 3.$
- ☐ c.  $RC = 10, LKT = 5, LKC = 5.$
- ☐ d.  $RC = 8, LKT = 3, LKC = 3.$
- ☐ e. nessuna risposta.
- ☐ f.  $RC = 8, LKT = 5, LKC = 3.$

Individuare quali di questi teoremi/principi non richiede l'ipotesi di linearità del circuito:

Scegli un'alternativa:

- ☐ a. Teorema di Thevenin.
- ☐ b. Teorema di Norton.
- ☐ c. Teorema di Tellegen.
- ☐ d. nessuna risposta.
- ☐ e. Principio di sovrapposizione degli effetti.
- ☐ f. Teorema di Millman.

**Completare il seguente enunciato** (Tot. 3 punti).

Trascinare nelle sei parti mancanti una equazione (a), (b), (c), ... o una parola/frase scelte tra quelle elencate a fondo pagina (0,5 punti per ogni abbinamento corretto).

### Teorema del massimo trasferimento di potenza su un bipolo (reti algebriche)

E' data una sorgente di alimentazione DC (bipolo) e si vuole determinare qual è il valore della resistenza  $R_L$  di carico tale da estrarre la massima potenza dalla sorgente.

La potenza assorbita dalla resistenza di carico  $R_L$  può essere espressa nella forma:

Si rappresenta la sorgente con un bipolo Thevenin ( $V_o, R_o$ ). Il quadrato della/dell'  che circola nella resistenza di carico vale:

Si tratta di un problema di massimo, ovvero il valore della resistenza di carico desiderato si ottiene imponendo .

Il valore della resistenza  $R_L$  risulta quindi . Infine, la massima potenza trasferita al carico risulta pari a .

(a)  $\frac{dP_L}{dR_L} = 0$     (b)  $I^2 = \frac{V_o^2}{(R_L + R_o \pm X_L \pm X_o)^2}$     (c)  $\frac{dR_L}{dP_L} = 0$     (d)  $P_L = \frac{V_o^2}{R_o}$     (e)  $P_L = \frac{R_L V_o^2}{(R_L^2 + R_o^2)}$   
(f)  $\bar{Z}_L = 2R_o + jX_o$     (g)  $P_{L,max} = \frac{V_o^2}{4R_o}$     (i)  $P_L = V_o I \sin(\varphi)$     (j)  $\frac{dP_L}{dR_o} = 0$   
(l)  $I^2 = \frac{V_o^2}{(\pm R_L \pm R_o)^2 + (X_L + X_o)^2}$     (m)  $P_{L,max} = \frac{V_o^2}{2R_o}$     (o)  $I^2 = \frac{V_o^2}{(R_L + R_o)^2}$     (p)  $\frac{dP_L}{dR_L} = 1$   
(q)  $P_L = \frac{R_L V_o^2}{(X_L + X_o)^2}$     (r)  $P_{L,max} = \frac{V_o^2}{2R_o^2}$     (s)  $P_L = R_L I^2$     (t)  $P_L = V_o I$     (v)  $R_L = R_o$   
(w)  $R_L = 4R_o$     (x)  $R_L = 2R_o$

reattanza   corrente   resistenza   tensione   potenza   energia

(g) (t) (o) (d) (s) (f) (v) (p) (r) (m) (a) (e) (i) (w) (j) (b) (c) (q) (x)

Completare inserendo il simbolo mancante (Tot. 3 punti, 0,375 punti per ogni abbinamento corretto).

Unità di misura delle grandezze dell'elettromagnetismo

Capacità elettrica

Induttanza

Carica elettrica

Potenza elettrica

Energia

Flusso magnetico

Costante dielettrica

Campo magnetico

- (a)**  $F$
- (b)**  $C$
- (c)**  $\frac{F}{m}$
- (d)**  $\frac{H}{m}$
- (e)**  $\frac{A}{m}$
- (f)**  $Wb$
- (g)**  $J$
- (i)**  $V$
- (l)**  $W$
- (m)**  $A$
- (o)**  $S$
- (p)**  $\Omega$
- (q)**  $\frac{C}{m}$
- (r)**  $Asp$
- (s)**  $\frac{\Omega}{m^2}$
- (t)**  $\frac{V}{m}$
- (u)**  $H$
- (v)**  $\frac{A}{m^2}$
- (w)**  $\frac{F}{m^2}$

(v)

(b)

(a)

(f)

(q)

(o)

(m)

(l)

(r)

(e)

(p)

(s)

(g)

(t)

(c)

(u)

(d)

(w)

(i)