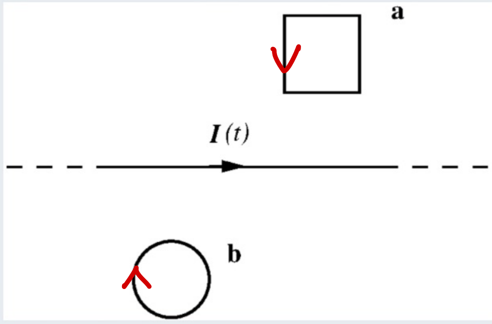
ESAME 19/1/21

1

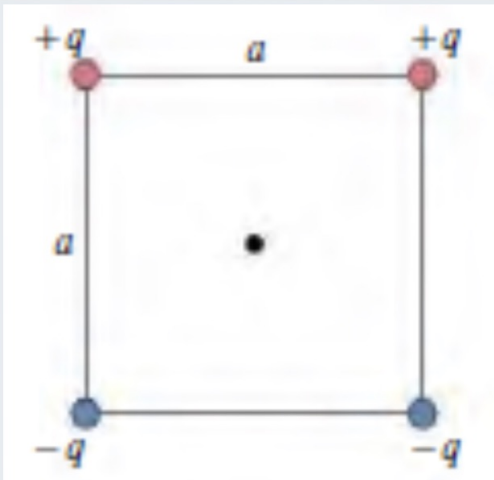
A : anti-orario

B : orario

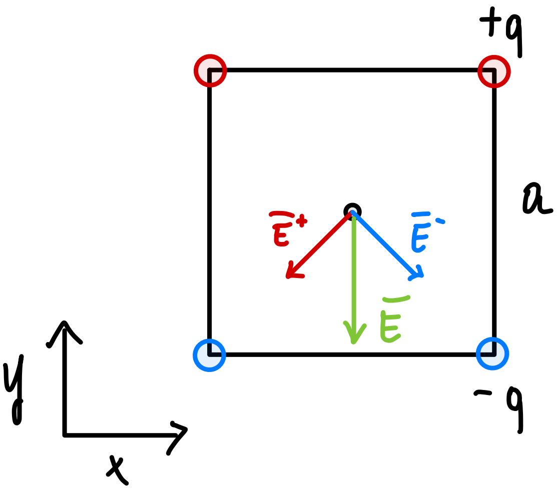


La corrente I(t) che scorre nel filo di lunghezza infinita DECRESCE nel tempo.
Selezionare i versi di percorrenza delle correnti indotte nelle spire a e b.
(1 Point)

2



Quattro cariche elettriche sono disposte nel vuoto ai vertici di un quadrato. Il campo elettrico misurato al centro del quadrato vale:
(2 Points)



$$|\bar{E}^+| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a^2}$$

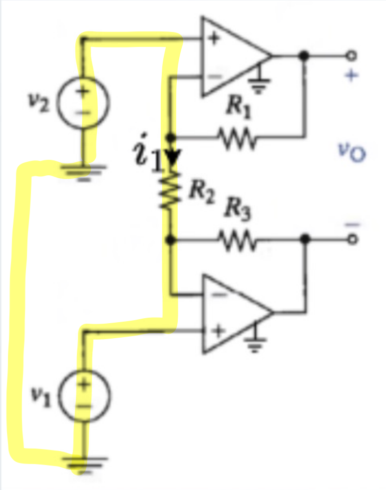
$$|\bar{E}^-| = |\bar{E}^+|$$

$$|\bar{E}| = 2\sqrt{2}\,|\bar{E}^+| = \frac{\sqrt{2}}{\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a^2}$$

3

$$V_1 + R_2 i_1 - V_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{V_2 - V_1}{R_2}$$

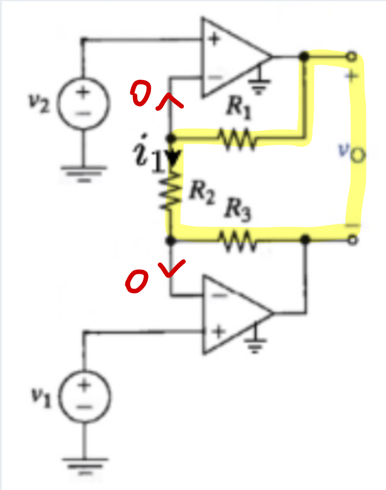


Scrivere l'espressione della corrente in i_1 in funzione dei parametri del circuito (v1, v2, R1, R2, R3)
(1 Point)

4

$$V_0 = (R_1 + R_2 + R_3)\, i_1$$

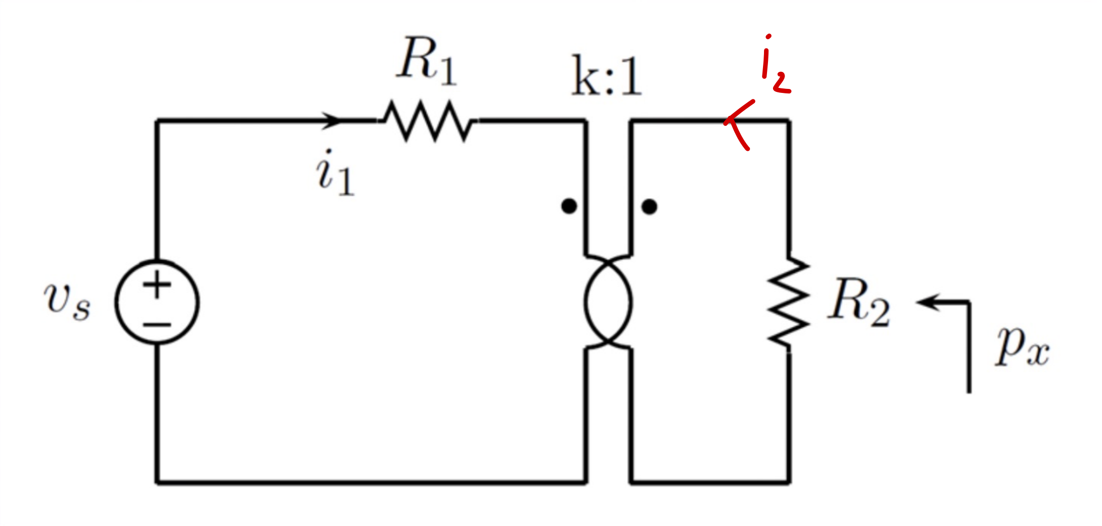
$$V_0 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2} (V_2 - V_1)$$



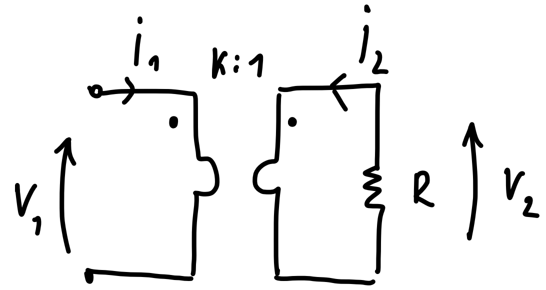
Scrivere l'espressione della tensione vo in funzione dei parametri del circuito (v1, v2, R1, R2, R3)
(2 Points)

5

Quale delle seguenti risposte elenca i corretti valori della corrente i_1 e della potenza px assorbita dal resistore R2
(2 Points)



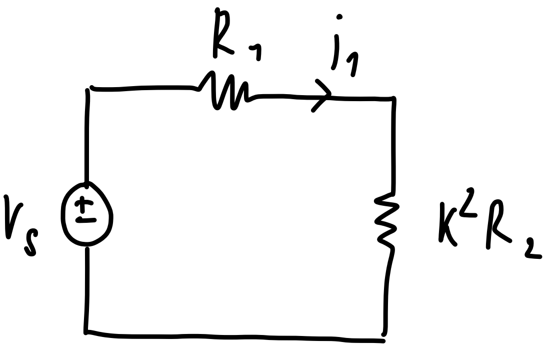
dati: $R_1 = 3\ \Omega$; $R_2 = 4\ \Omega$; $v_S = 38$ V; $k = 2$



$$V_1 = K V_2 = -K R i_2$$

$$i_1 = -\frac{1}{K} i_2 \qquad i_2 = -K i_1$$

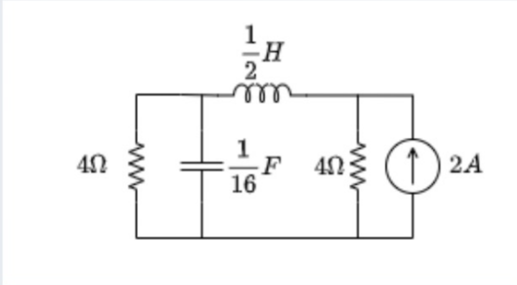
$$V_1 = K^2 R i_1$$



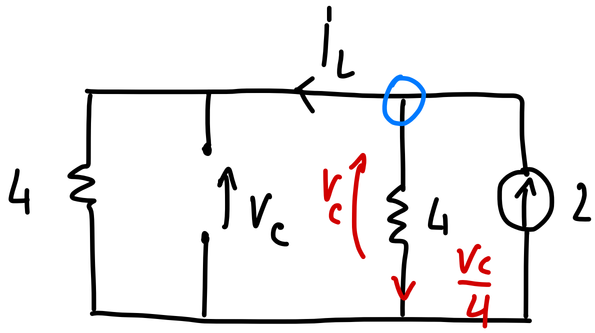
$$i_1 = \frac{V_s}{R_1 + K^2 R_2} = \frac{38}{3 + 16} = 2\ A$$

$$p_x = R_2 (-i_2)^2 = R_2 K^2 i_1^2 = 64\ W$$

6



Quanto vale l'energia immagazzinata complessivamente nel circuito in condizioni di regime stazionario?
(1 Point)



$$v_c = 4 i_L$$

$$0 \quad 2 = i_L + \frac{v_c}{4} = 2 i_L$$

$$i_L = 1\,A \qquad v_c = 4\,V$$

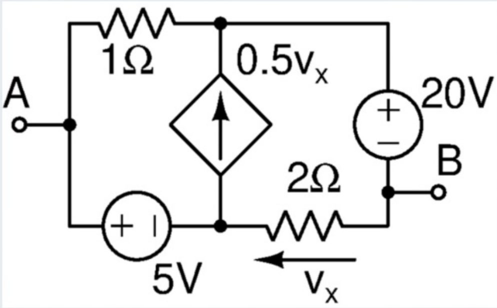
$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{16} \cdot 16 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 0.75\,J$$

7

Quale delle seguenti condizioni non risulta essere verificata in una terna di tensioni trifase simmetriche connessa a un carico trifase bilanciato?
(1 Point)

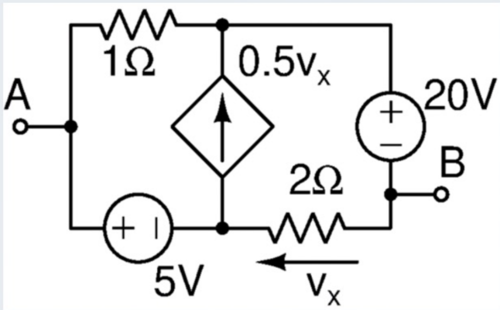
- $|\bar{v}_{an}| = |\bar{v}_{bn}| = |\bar{v}_{cn}|$
- $\bar{\imath}_a + \bar{\imath}_b + \bar{\imath}_c = 0$
- $|\bar{v}_{an}| + |\bar{v}_{bn}| + |\bar{v}_{cn}| = 0$ ✓
- Le tensioni di fase sono tra loro sfasate di 120°
- Le impedenze di fase sono uguali

8

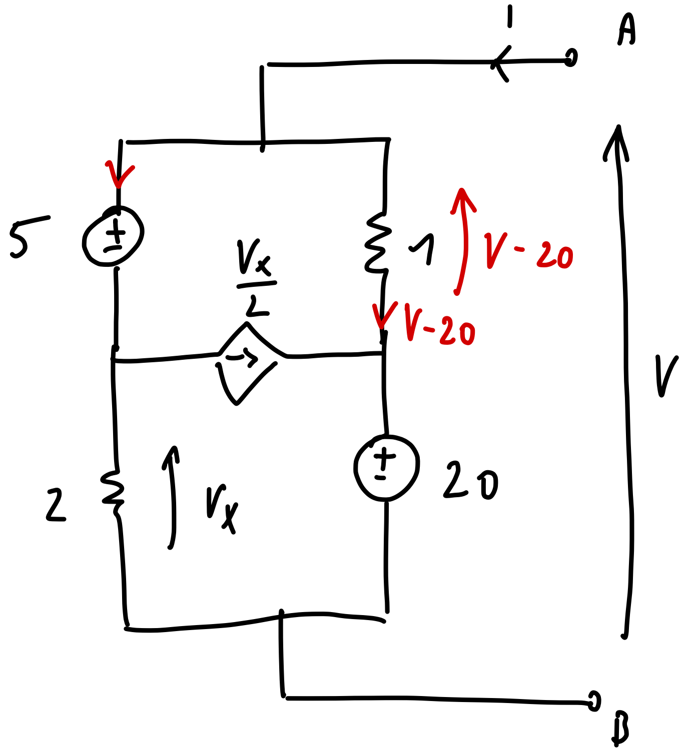


Determinare il valore del generatore di tensione nel circuito equivalente di Thevenin del bipolo di morsetti A-B
(verso: polo + verso A, polo - verso B)
(3 Points)

9



Determinare la resistenza equivalente nel circuito equivalente di Thevenin del bipolo di morsetti A-B (lo stesso del precedente punto)
(2 Points)



$V_x + 5 = V$

$V_x = V - 5$

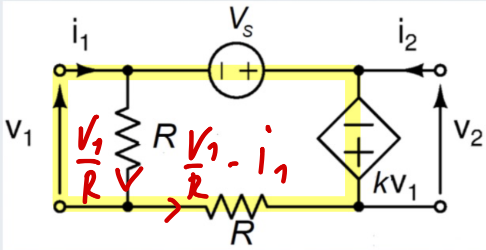
$i - V + 20 = V - 5$

$2V = i + 25$

$V = \frac{i}{2} + \frac{25}{2}$

$R_{TH} = \frac{1}{2}$ $\quad E_{TH} = \frac{25}{2}$

10



Per il doppio bipolo in figura, si determinino i sei elementi della rappresentazione matriciale con controllo in corrente qui sotto definiti.

Scrivere la soluzione nella linea di testo seguendo l'ordine:
r11=... ; r12=...; r21=...; r22=...; e1=...; e2=...;
(3 Points)

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

$$V_1 + V_s + K V_1 + V_1 - R i_1 = 0$$

$$(2+K) V_1 = R i_1 - V_s$$

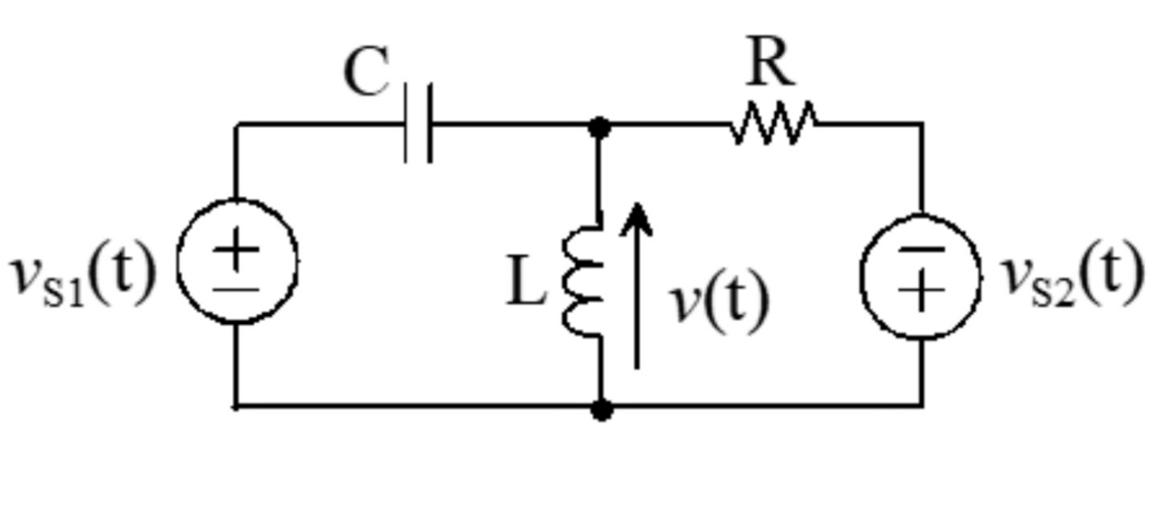
$$V_1 = \frac{R}{K+2} i_1 - \frac{V_s}{K+2}$$

$$V_2 = -K V_1 = -\frac{KR}{K+2} i_1 + \frac{K V_s}{K+2}$$

$$[R] = \begin{bmatrix} \frac{R}{K+2} & 0 \\ -\frac{KR}{K+2} & 0 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{V_s}{K+2} \\ \frac{K V_s}{K+2} \end{bmatrix}$$

11

Portando il circuito dal dominio del tempo al dominio dei fasori, per l'insieme dei dati, si ottengono i seguenti fasori e impedenze:
(1 Point)



$DATI: \; v_{S1}(t) = 5\sin(100t),\; V;\; v_{S2}(t) = 5\cos(100t + 60°),\; V;\; C = 2\,mF,\; L = 40\,mH,\; R = 5$

$$\bar{V}_{S1} = -j5 \; V$$

$$\bar{V}_{S2} = 5e^{j60°} = \frac{5}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2} = \frac{5}{2}\left(1 + j\sqrt{3}\right) \; V$$

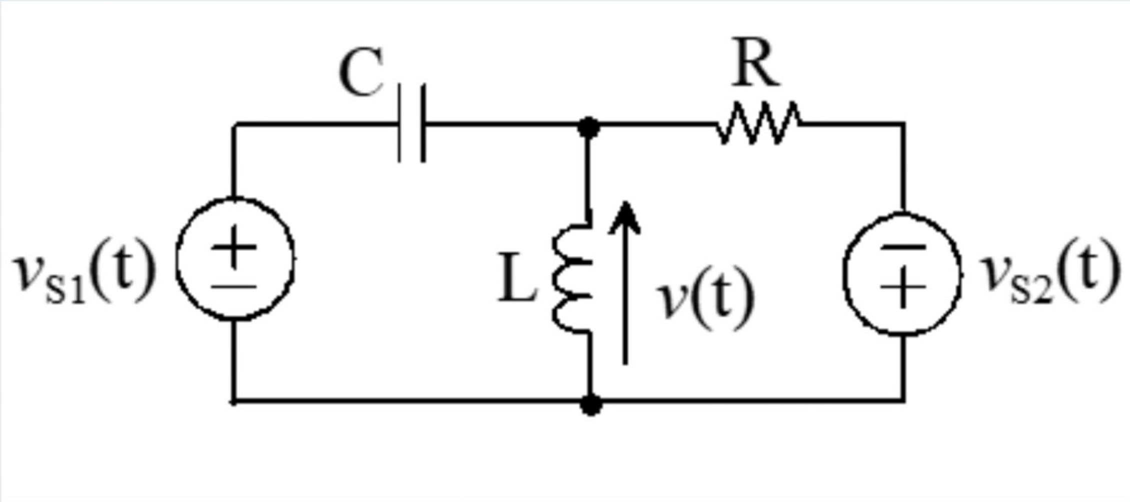
$$Z_C = -\frac{j}{\omega C} = -\frac{j}{10^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = -j5\,\Omega$$

$$Z_L = j\omega L = j\,10^2 \; 40 \cdot 10^{-3} = j4\Omega$$

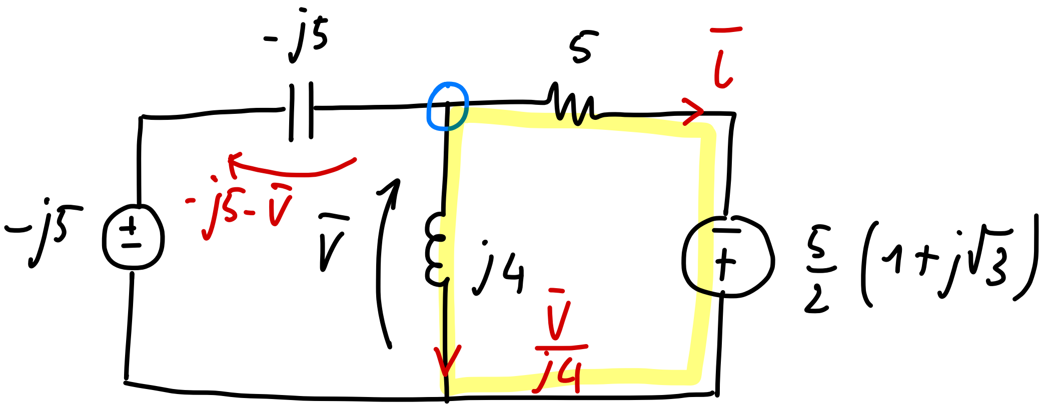
$$Z_R = 5\,\Omega$$

12

Il circuito (lo stesso per il quale al punto precedente si è fatto il passaggio nel dominio dei fasori) opera in regime sinusoidale. Determinare v(t) a regime nel dominio del tempo
(2 Points)



DATI : $v_{S1}(t) = 5\sin(100t)$, V; $v_{S2}(t) = 5\cos(100t + 60°)$, V; $C = 2\,mF$, $L = 40\,mH$, $R = 5$



$$\frac{-j5 - \bar{V}}{-j5} = \frac{\bar{V}}{j4} + \bar{i}$$

$$1 - j\frac{\bar{V}}{5} = -j\frac{\bar{V}}{4} + \bar{i}$$

$$\bar{i} = 1 + j\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{5}\right)\bar{V}$$

$$\bar{i} = 1 + j\frac{\bar{V}}{20}$$

$$\frac{5}{2} + j\frac{5}{2}\sqrt{3} + \bar{V} = 5 + j\frac{\bar{V}}{4}$$

$$\bar{V}\left(1-\frac{j}{4}\right) = 5-\frac{5}{2}-j\frac{5}{2}\sqrt{3}$$

$$\bar{V}\,\frac{4-j}{4} = \frac{5}{2}\left(1-j\sqrt{3}\right)$$

$$\bar{V} = \frac{10\left(1-j\sqrt{3}\right)}{4-j} = \frac{10\left(1-j\sqrt{3}\right)\left(4+j\right)}{17} =$$

$$= \frac{10\left(4+j-j4\sqrt{3}+\sqrt{3}\right)}{17} =$$

$$= \frac{10}{17}\left[\left(4+\sqrt{3}\right)+j\left(1-4\sqrt{3}\right)\right]$$

$$|Z| \cong 4.8507$$

$$\varphi_Z \cong -46^\circ$$

13

La fase dell'impedenza di un bipolo che opera in condizioni di regime sinusoidale permanente
(1 Point)

- ◯ Coincide con la fase della tensione del bipolo
- ◯ Coincide con l'angolo ottenuto sottraendo la fase della tensione alla fase della corrente
- ◯ Coincide con la fase della potenza complessa entrante nel bipolo ✔
- ◯ Coincide con la fase della corrente del bipolo
- ◯ Coincide con la somma della fase della tensione e della corrente del bipolo

$$\bar{V} = V e^{j\varphi_V} \qquad \bar{I} = I e^{j\varphi_I}$$

$$Z = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = \frac{V}{I} e^{j(\varphi_V - \varphi_I)} \qquad \varphi_Z = \varphi_V - \varphi_I$$

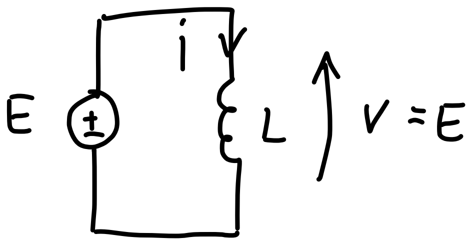
$$\Updownarrow$$

$$\hat{A} = \frac{\bar{V}\bar{I}^*}{2} = \frac{VI}{2} e^{j(\varphi_V - \varphi_I)} \qquad \varphi_{\hat{A}} = \varphi_V - \varphi_I$$

14

Si consideri un circuito composto da un generatore ideale di tensione costante collegato in parallelo ad un induttore. La corrente che scorre nell'induttore:
(1 Point)

- ◯ è una funzione sinusoidale del tempo
- ◯ è una funzione esponenziale del tempo
- ◯ è costante nel tempo
- ◯ tende a zero per $t \to \infty$
- ◯ varia linearmente nel tempo ✔



$$E = L\frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{E}{L}\int_{-\infty}^{t} d\tau = \frac{E}{L}\, t$$

15

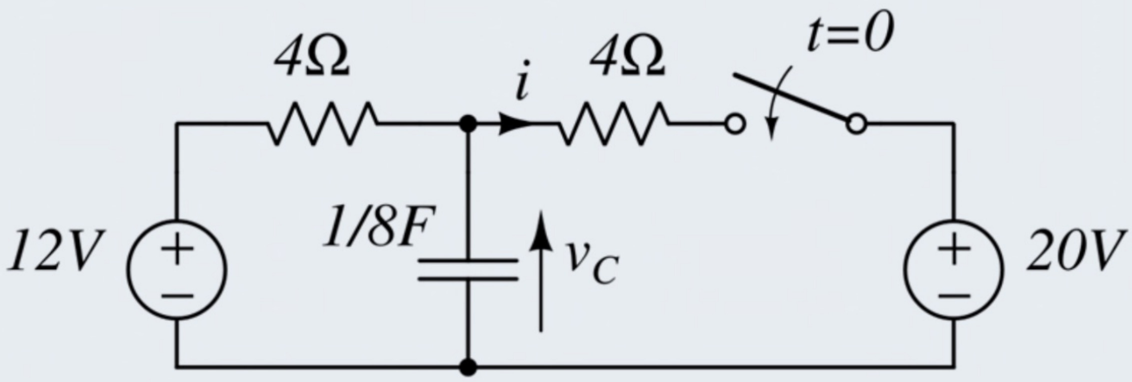
Un paio di induttori mutuamente accoppiati è descritto in AC, alla pulsazione di 10 rad/s, dalla seguente matrice di impedenze. Quanto vale il coefficiente di accoppiamento k?
(1 Point)

$$Z = \begin{bmatrix} j0.01 & j0.002 \\ j0.002 & j0.04 \end{bmatrix}$$

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{\left(4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}\right)^{\frac{1}{2}}} = 0.1$$

16

Per t<0 il circuito opera a regime stazionario e in t=0 l'interruttore viene chiuso. Determinare la costante di tempo del circuito per t>0.
(1 Point)



17

Per il circuito al quesito 16, determinare le seguenti grandezze.
(2 Points)

$i\,(0^-)$ e $i\,(0^+)$

18

Per il circuito al quesito 16, scrivere l'equazione di stato del circuito per t>0.
(2 Points)

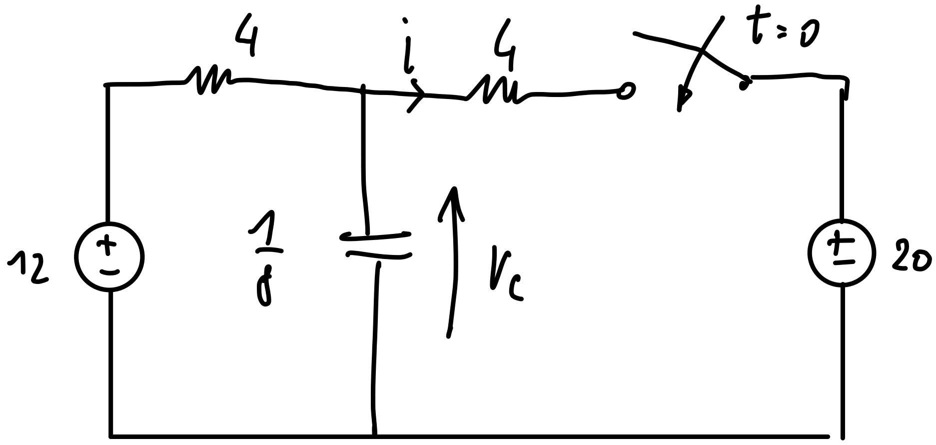
19

Per il circuito al quesito 16, determinare
(2 Points)

$v_c\,(t)$ per $t > 0$

20

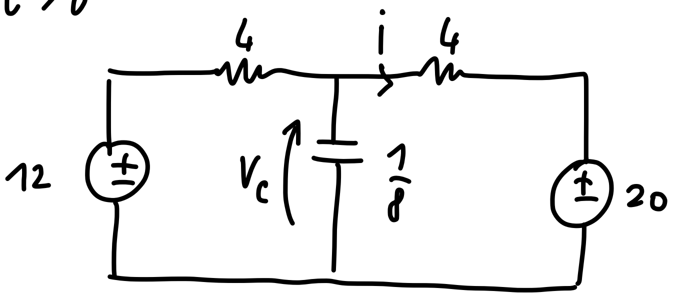
Per il circuito al quesito 16, determinare l'energia immagazzinata nel condensatore a regime con il tasto chiuso.
(1 Point)



16] $\boxed{\tau = \frac{1}{4} s}$

17] $\boxed{i(0^-) = 0 \text{ A}}$ $\qquad V_c(0^-) = 12 \text{ V}$

$t > 0$



$V_c = 4i + 20 \qquad i = \frac{V_c}{4} - 5 \qquad \boxed{i(0^+) = \frac{V_c(0^+)}{4} - 5 = -2 \text{ A}}$

18] $\frac{12 - V_c}{4} = i + \frac{1}{8}\frac{dV_c}{dt} =$

$3 - \frac{V_c}{4} = \frac{V_c}{4} - 5 + \frac{1}{8}\frac{dV_c}{dt}$

$\boxed{\frac{dV_c}{dt} = -4V_c + 64}$ $\qquad \lambda = -4 \text{ s}^{-1}$

$\tau = \frac{1}{4} \text{ s}$

19] $V_c(t) = K e^{-4t} + 16$

$V_c(0^+) = 12 = K + 16 \qquad K = -4$

$\boxed{V_c(t) = 4(4 - e^{-4t})}$

20]

$$V_c(+\infty) = 16\ V$$

$$\boxed{W_c(+\infty) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot 16^2 = 16\ J}$$