Elettrotecnica (082742 – 082748 – 097245) - 11 gennaio 2022

Proff. Bizzarri – Gruosso – Linaro – Maffezzoni – Pignari

1) Un punteggio inferiore a 18/30 invalida la prova.

2) Un’eventuale prova orale è a esclusiva discrezione del docente e riservata ai casi in cui la valutazione sia incerta.

3) È possibile utilizzare un formulario sintetico, una pagina A4.

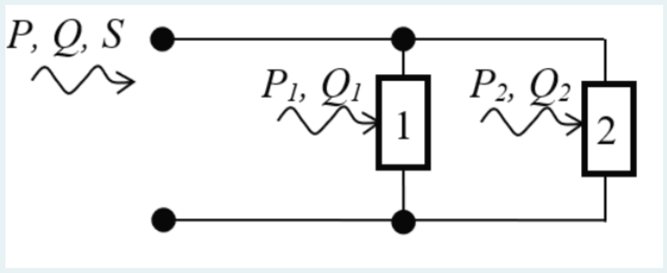
4) Occorre utilizzare carta, penna e calcolatrice per lo svolgimento dei conti.

5) Ciascuna domanda con risposta multipla ha una sola risposta esatta.

6) È **necessario** riportare nelle pagine finali del compito lo svolgimento dei quesiti dal **10** al **16**.

* This form will record your name, please fill your name.

1



Un carico composto da due bipoli in parallelo ha potenza apparente entrante S=10 VA con fattore di potenza 0.6 (rit.). Sapendo che P2=0 W e Q2= 3 VAR, **determinare la potenza reattiva Q, la potenza attiva P1 e la potenza reattiva Q1** e non dimenticare le unità di misura.
(3 Points)

$Q = \ldots\ldots\ldots;\quad P_1 = \ldots\ldots\ldots;\quad Q_1 = \ldots\ldots\ldots$

Enter your maths answer

$\cos\varphi = 0.6$

$P = S\cos(\varphi) = 6\ W$

$Q = S\sin(\varphi) = 8\ VAR$

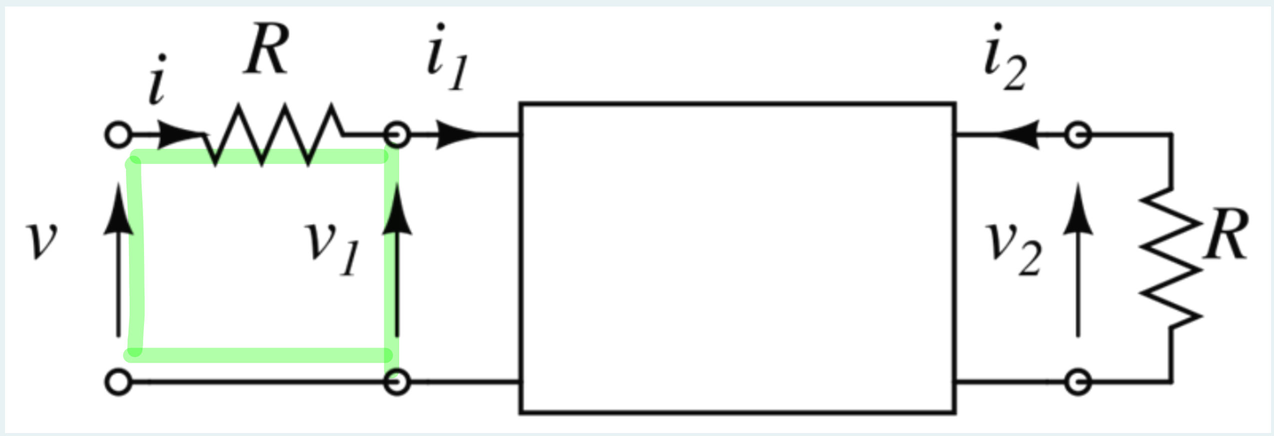
$P_1 = P - P_2 = 6\ W$

$Q_1 = Q - Q_2 = 5\ VAR$

2

Determinare la **resistenza equivalente del bipolo composito** in figura. Il doppio-bipolo è descritto dalla matrice [R] riportata nel seguito.

(2 Points)



$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2R & R \\ R & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

Enter your maths answer

$$v = Ri + v_1 \qquad i = i_1$$

$$v_2 = Ri_1 = -Ri_2 \quad \Rightarrow \quad i_1 = -i_2$$

$$v_1 = 2Ri_1 + Ri_2 = Ri$$

$$\frac{v}{i} = 2R$$

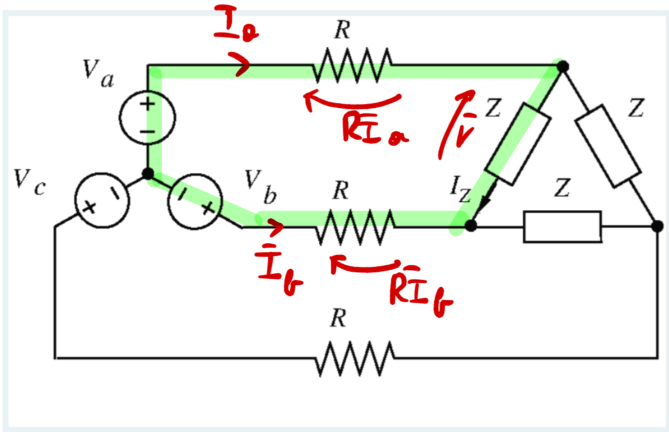
3

Un bipolo operante in continua (DC) è descritto **dall'equazione costitutiva in forma implicita** riportata sotto, dove V ed I sono misurate con la convenzione degli utilizzatori.
Quale delle seguenti affermazioni è vera:
(1.5 Points)

$$V \cdot 0 + I \cdot 2 + 10 = 0$$

- Il bipolo è equivalente ad un resistore di resistenza R=-5 ohm
- Il bipolo è passivo
- Il bipolo è controllabile in corrente
- Il bipolo ammette l'equivalente Thévenin
- Il bipolo ammette l'equivalente Norton ✔

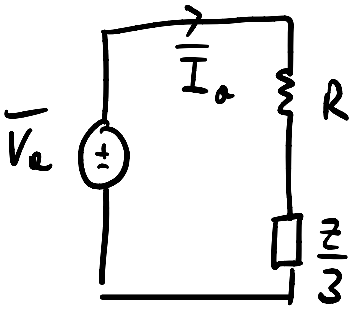
4



E' dato il circuito (AC) **trifase simmetrico equilibrato** in cui il generatore è descritto dalla sequenza diretta di fasori **Va, Vb, Vc.** Qual è l'espressione del fasore della corrente nel carico **IZ** mostrata in figura?
(2.5 Points)

CIRCUITO MONOFASE EQUIVALENTE :

- $I_z = (Va + Vb)\,\frac{1}{R+\frac{Z}{3}}$
- $I_z = V_a\,\frac{\sqrt{3}}{R+\frac{Z}{3}}$
- $I_z = (Va + Vb)\,\frac{1}{3R+Z}$
- $I_z = (Va - Vb)\,\frac{1}{3R+Z}$
- $I_z = (Va - Vb)\,\frac{\frac{Z}{3}}{R+\frac{Z}{3}}$



$$\bar{I}_a = \frac{\bar{V}_a}{R+\frac{Z}{3}}$$

analogamente, per la fase b:

$$\bar{I}_b = \frac{\bar{V}_b}{R+\frac{Z}{3}}$$

$$\bar{V}_a - R\bar{I}_a - \bar{V} + R\bar{I}_b - \bar{V}_b = 0$$

$$\bar{V} = \bar{V}_a - \bar{V}_b - R(\bar{I}_a - \bar{I}_b)$$

$$\bar{V} = (\bar{V}_a - \bar{V}_b)\left(1 - \frac{R}{R+\frac{Z}{3}}\right) = (\bar{V}_a - \bar{V}_b)\,\frac{Z}{3R+Z}$$

$$\bar{I}_z = \frac{\bar{V}}{Z} = \frac{\bar{V}_a - \bar{V}_b}{3R+Z}$$

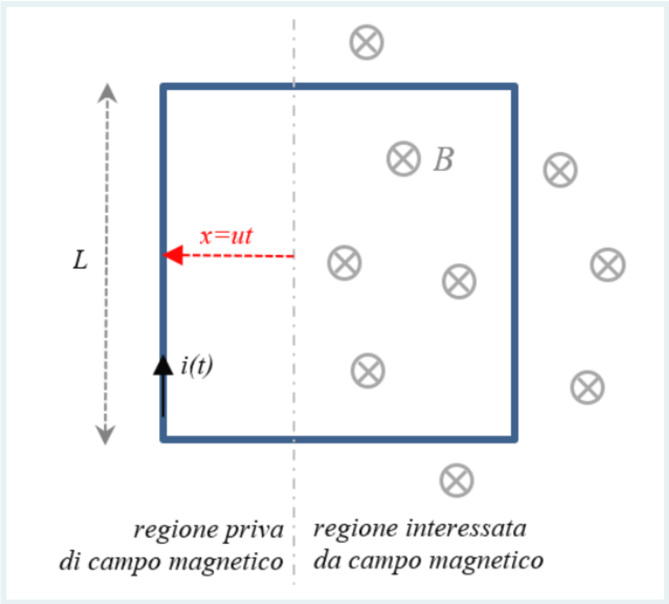
5

Quale delle seguenti condizioni è sufficiente affinché un bipolo composito ammetta il circuito equivalente di **Norton**?

(1 Point)

- Il bipolo è adinamico, lineare e comandabile in tensione ma non in corrente ✓
- Il bipolo è adinamico, lineare e comandabile in corrente ma non in tensione
- Il bipolo è adinamico, non lineare e comandabile in corrente
- Il bipolo è adinamico, non lineare e comandabile in tensione
- Il bipolo è adinamico, lineare e non ammette il circuito equivalente di Thevenin

6

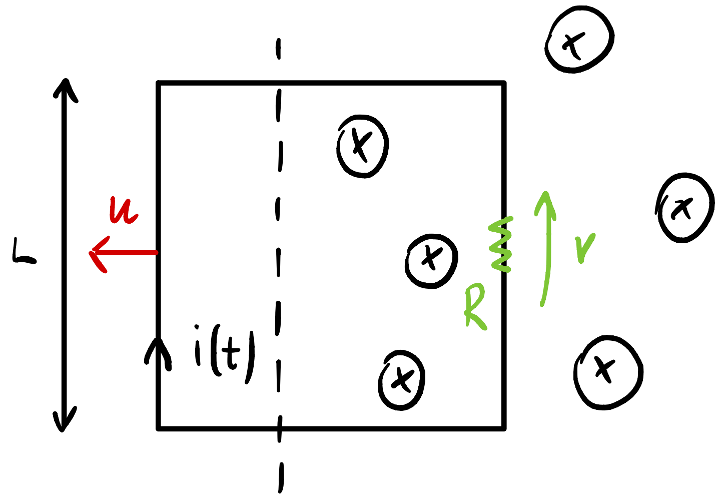


Una spira metallica quadrata di lato *L* trasla rigidamente con moto uniforme di velocità *u* uscendo da una regione di spazio in cui è presente un campo induzione magnetica *B* uniforme, costante e ortogonale alla spira stessa (con il verso in figura), ed entrando in una regione priva di campo magnetico. La sezione del filo è pari a *S*, la conduttività del metallo è pari a *sigma (lettera greca)*.

Quanto vale la resistenza R della spira?
(1.5 Points)

- $R = \frac{4}{\sigma S L}$
- $R = \frac{\sigma S}{4L}$
- *La spira non può avere resistenza in questo problema*
- $R = \frac{4\sigma S}{L}$
- $R = \frac{4\sigma L}{S}$
- $R = \frac{4L}{\sigma S}$ ✓

7)



$$-\oint_L \bar{E}\cdot d\bar{\ell} = \frac{d}{dt}\int_S \bar{B}\cdot\hat{u}_n\, ds$$

$$-V = -Ri = \frac{d}{dt}\left[BL(L-ut) \right] = -BLu$$

$$i(t) = \begin{cases} \dfrac{BLu}{R} & 0 < t < \dfrac{L}{u} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

7

Con riferimento al problema e alla figura al numero precedente, qual è **l'espressione della corrente i(t)**?

(1.5 Points)

- ◯ $i\left(t\right) = -4\frac{BLu}{R}\ \ per\ \ 0 < t < \frac{L}{u};\ \ \ i\left(t\right) = 0\ \ \ altrimenti$
- ◯ $i\left(t\right) = -\frac{BLu}{R}\ \ per\ \ t > 0$
- ◯ $i\left(t\right) = \frac{BLu}{R}\ \ per\ \ 0 < t < \frac{L}{u};\ \ \ i\left(t\right) = 0\ \ \ altrimenti$ ✓
- ◯ $i\left(t\right) = -\frac{BLu}{R}\ \ per\ \ 0 < t < \frac{L}{u};\ \ \ i\left(t\right) = 0\ \ \ altrimenti$
- ◯ $i\left(t\right) = 0$
- ◯ $i\left(t\right) = -\frac{BL^2u}{R}\ \ per\ \ t < \frac{L}{u};\ i\left(t\right) = \frac{BL^2u}{R}\ \ per\ \ t > \frac{L}{u}$

8

Una sola di queste affermazioni è corretta:
La potenza istantanea trifase
(1 Point)

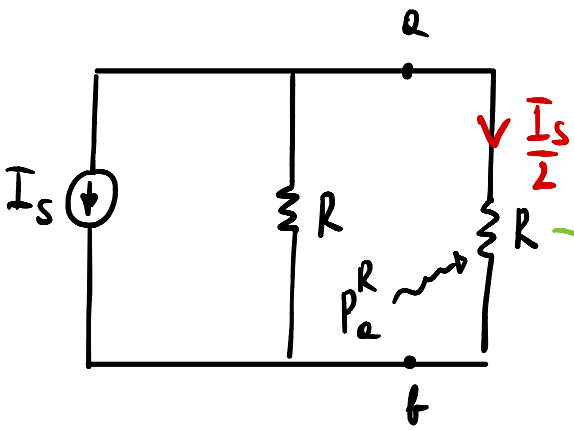
- ◯ è una sinusoide con ampiezza pari alla potenza apparente trifase.
- ◯ oscilla con frequenza doppia rispetto alla frequenza di tensione e corrente.
- ◯ coincide con la radice quadrata della somma dei quadrati di P e Q.
- ◯ non può essere definita, al contrario della potenza istantanea monofase.
- ◯ è costante nel tempo. ✓

9

La massima potenza che un bipolo, composto da un generatore ideale di corrente Is in parallelo ad una resistenza R, può erogare all'esterno è

(1 Point)

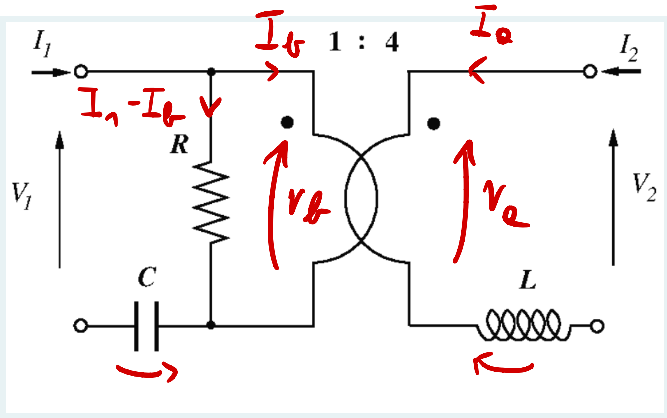
- $P_{\max} = RI_S^2$
- *Non esiste un Limite massimo alla potenza erogata*
- $P_{\max} = \frac{RI_S^2}{4}$
- $P_{\max} = \frac{RI_S^2}{2}$
- $P_{\max} = 0$
- $P_{\max} = 2RI_S^2$



valore di resistenza necessario affinché si abbia il max trasferimento di potenza

$$P_{MAX} = P_e^R = R\left(\frac{I_S}{2}\right)^2 = R\frac{I_S^2}{4}$$

10



Il doppio-bipolo in figura, che contiene **un trasformatore ideale**, opera in regime sinusoidale (AC) alla pulsazione w (omega).
Determinare i quattro parametri della rappresentazione Z (controllata in corrente), nell'ordine:
z11 =...; **z21** =...; **z12**=...; **z22**=...
(4 Points)

Enter your maths answer

$$\bar{V}_1 = R\bar{I}_1 - R\bar{I}_b - j\frac{\bar{I}_1}{\omega C}$$

$$\bar{V}_2 = \bar{V}_a + j\omega L\bar{I}_2$$

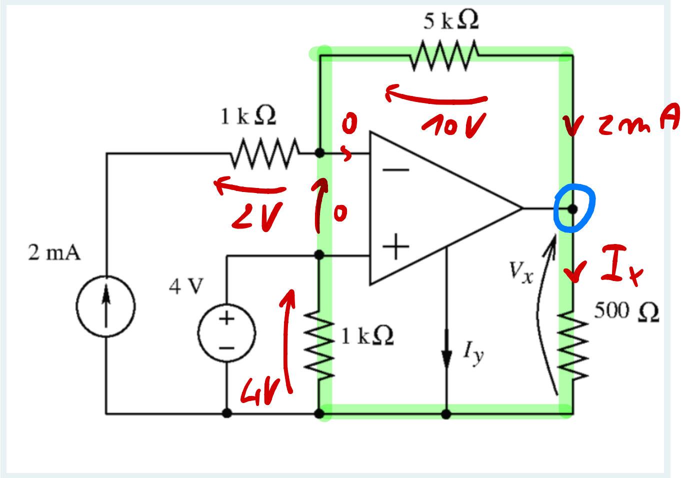
$$\bar{I}_a = -\frac{1}{4}\bar{I}_b \Rightarrow \bar{I}_b = -4\bar{I}_2$$

$$\bar{V}_1 = \underbrace{\left(R - \frac{j}{\omega C}\right)}_{z_{11}}\bar{I}_1 + \underbrace{4R}_{z_{12}}\bar{I}_2$$

$$\bar{V}_a = 4\bar{V}_b = 4R\bar{I}_1 + 16R\bar{I}_2$$

$$\bar{V}_2 = \underbrace{4R}_{z_{21}}\bar{I}_1 + \underbrace{(16R + j\omega L)}_{z_{22}}\bar{I}_2$$

11



Il circuito in figura contiene un **amplificatore operazionale ideale.**
Si determinino:

- il valore della tensione *Vx*
- della corrente *Iy*
- e la *potenza erogata* dall'amplificatore operazionale.

(5 Points)

$V_x =........;\quad I_y =........;\quad P_{AO} =........$

Enter your maths answer

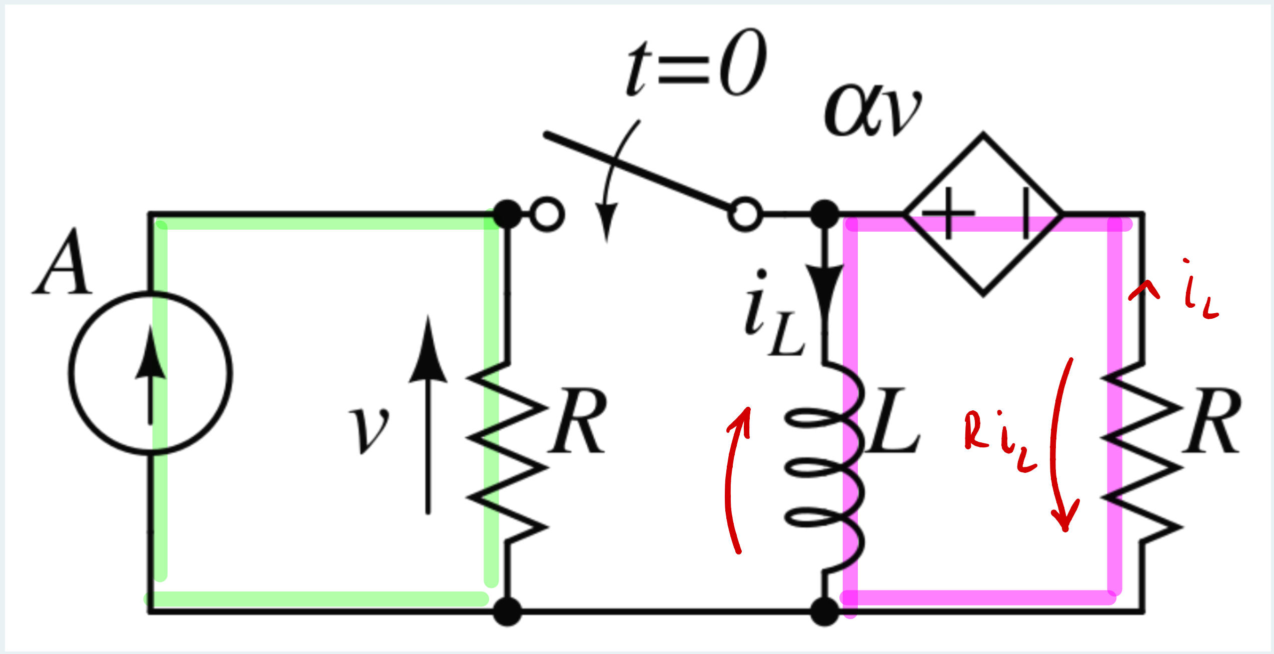
$$V_x + 10 - 4 = 0 \qquad V_x = -6\,V$$

$$I_y = 2\,mA - I_x = 2\,mA + \frac{6\,V}{500\,\Omega} = 14\,mA$$

$$P_{AO} = -V_x I_y = 84\,mW$$

12

Il circuito in figura è a regime per t<0 quando nell'istante di tempo t=0 l'interruttore ideale viene chiuso. Determinare la costante di tempo del circuito per t<0.
(1 Point)



$t<0$: $v = RA$

Enter your maths answer

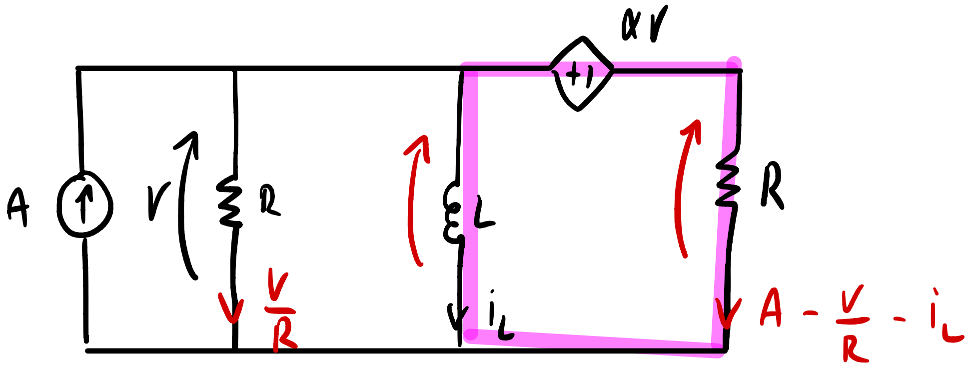
$$L \frac{di_L}{dt} + Ri_L = \alpha RA$$

13 $$\frac{di_L}{dt} = -\frac{R}{L} i_L + \frac{\alpha RA}{L} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R}$$ $i_L(0^-) = \alpha A$

Per il circuito al quesito 12, determinare l'equazione di stato del circuito per t>0
(2 Points)

Enter your maths answer

13)



$$V = L\frac{di_L}{dt}$$

$$L\frac{di_L}{dt} = \alpha V + RA - V - Ri_L$$

$$L\left[1 + 1 - \alpha\right]\frac{di_L}{dt} = -Ri_L + RA$$

$$(2-\alpha)L\frac{di_L}{dt} = -Ri_L + RA$$

$$\frac{di_L}{dt} = \underbrace{-\frac{R}{(2-\alpha)L}}_{\lambda}\, i_L + \frac{RA}{(2-\alpha)L}$$

eq.ne di stato per $t > 0$

15)

$$i_L(t) = k e^{\lambda t} + A$$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = \alpha A = k + A$$

$$k = (\alpha - 1)A$$

$$i_L(t) = A\left[1 + (\alpha-1)e^{-\frac{Rt}{(2-\alpha)L}}\right]$$

14

Per quali valori del parametro alpha il circuito al quesito 12 ammette il regime stazionario per t>0?
(1 Point)

$2-\alpha > 0 \quad \Rightarrow \quad \alpha < 2$

Enter your maths answer

15

Per il circuito al quesito 12, determinare la corrente iL(t) per t>0
(2 Points)

vd. pagina precedente

Enter your maths answer

16

Per il circuito al quesito 12, determinare le seguenti grandezze:
(2 Points)

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

$v(0^-) = RA$

Enter your maths answer

$v(0^+) = v_L(0^+)$

$$v_L(t) = L\frac{di_L}{dt} = \frac{RA(1-\alpha)}{2-\alpha} e^{-\frac{Rt}{(2-\alpha)L}}$$

$$v_L(0^+) = \frac{RA(1-\alpha)}{2-\alpha}$$