

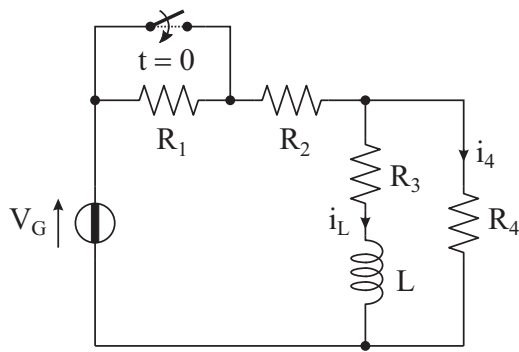
Esercizi di Elettrotecnica

Transitori – Circuiti del 1° ordine

www.die.ing.unibo.it/pers/mastri/didattica.htm

(versione del 25-11-2009)

Esercizio n. 1



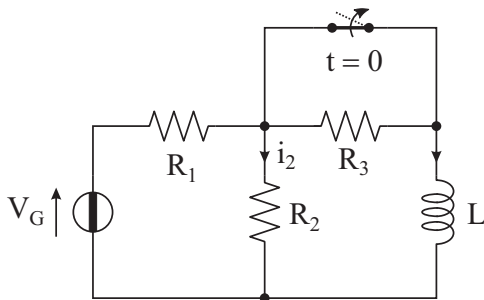
- $R_1 = 3 \Omega$
- $R_2 = 3 \Omega$
- $R_3 = 3 \Omega$
- $R_4 = 3 \Omega$
- $L = 0.5 \text{ H}$
- $V_G = 90 \text{ V}$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $i_4(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$i_L(t) = -4\exp(-9t) + 10 \text{ (A)}$ $i_4(t) = 2\exp(-9t) + 10 \text{ (A)}$

Esercizio n. 2



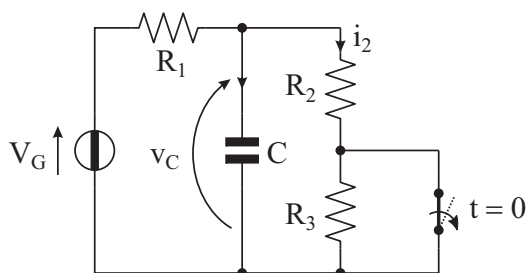
- $R_1 = 6 \Omega$
- $R_2 = 6 \Omega$
- $R_3 = 3 \Omega$
- $L = 1 \text{ H}$
- $V_G = 12 \text{ V}$

Per $t < 0$ l'interruttore è chiuso e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si apre l'interruttore. Determinare l'espressione di $i_2(t)$ per $t > 0$.

Risultato

$i_2(t) = -0.5\exp(-6t) + 0.5 \text{ (A)}$

Esercizio n. 3

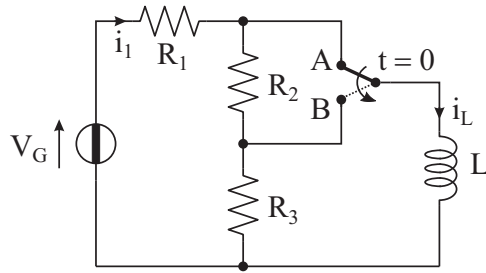


- $R_1 = 5 \Omega$
- $R_2 = 5 \Omega$
- $R_3 = 5 \Omega$
- $C = 3 \text{ F}$
- $V_G = 60 \text{ V}$

Per $t < 0$ l'interruttore è chiuso e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si apre l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ e di $i_2(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$v_C(t) = -10\exp(-0.1t) + 40 \text{ (V)}$ $i_2(t) = -\exp(-0.1t) + 4 \text{ (A)}$

Esercizio n. 4

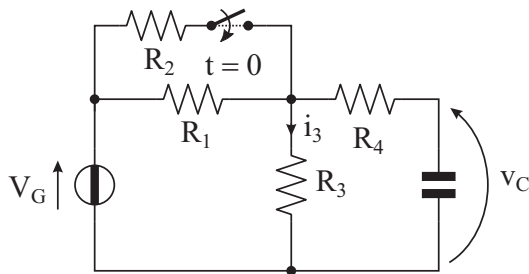
$$\begin{aligned} R_1 &= 3 \, \Omega \\ R_2 &= 3 \, \Omega \\ R_3 &= 3 \, \Omega \\ L &= 0.5 \, \text{H} \\ V_G &= 36 \, \text{V} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $i_1(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$i_L(t) = 6\exp(-4t) + 6 \quad (\text{A})$$

$$i_1(t) = 2\exp(-4t) + 6 \quad (\text{A})$$

Esercizio n. 5

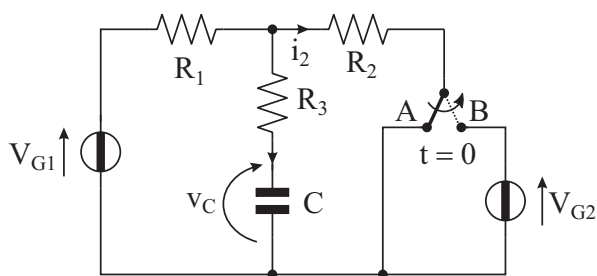
$$\begin{aligned} R_1 &= 4 \, \Omega \\ R_2 &= 4 \, \Omega \\ R_3 &= 2 \, \Omega \\ R_4 &= 2 \, \Omega \\ C &= 0.5 \, \text{F} \\ V_G &= 18 \, \text{V} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ e di $i_3(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$v_C(t) = -3\exp(-2t/3) + 9 \quad (\text{V})$$

$$i_3(t) = -0.5\exp(-2t/3) + 4.5 \quad (\text{A})$$

Esercizio n. 6

$$\begin{aligned} R_1 &= 600 \, \Omega \\ R_2 &= 300 \, \Omega \\ R_3 &= 200 \, \Omega \\ C &= 5 \, \mu\text{F} \\ V_{G1} &= 18 \, \text{V} \\ V_{G2} &= 9 \, \text{V} \end{aligned}$$

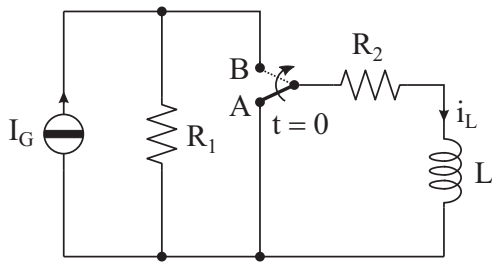
Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ e di $i_2(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$v_C(t) = -6\exp(-500t) + 12 \quad (\text{V})$$

$$i_2(t) = -10\exp(-500t) + 10 \quad (\text{mA})$$

Esercizio n. 7



$$R_1 = R_2 = R$$

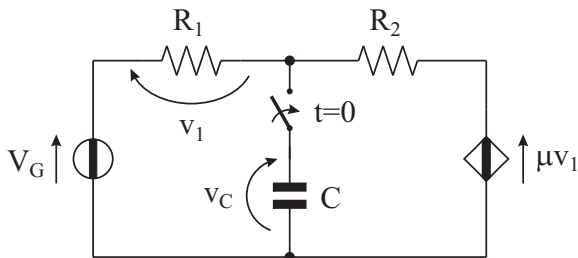
Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B e all'istante t_1 ritorna nella posizione A. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $v_L(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$i_L(t) = \begin{cases} \frac{I_G}{2} \left[1 - \exp\left(-\frac{2R}{L}t\right) \right] & 0 \leq t \leq t_1 \\ \frac{I_G}{2} \left[1 - \exp\left(-\frac{2R}{L}t_1\right) \right] \exp\left[-\frac{R}{L}(t-t_1)\right] & t \geq t_1 \end{cases}$$

$$v_L(t) = \begin{cases} RI_G \exp\left(-\frac{2R}{L}t\right) & 0 < t < t_1 \\ -\frac{RI_G}{2} \exp\left(-\frac{2R}{L}t_1\right) \exp\left[-\frac{R}{L}(t-t_1)\right] & t > t_1 \end{cases}$$

Esercizio n. 8



$$R_1 = 8 \Omega$$

$$R_2 = 8 \Omega$$

$$C = 2 \text{ F}$$

$$\mu = 2$$

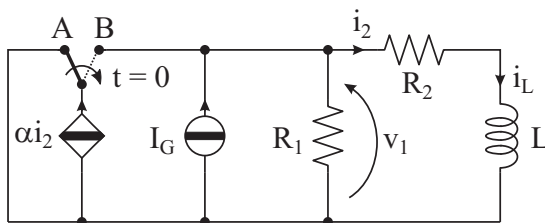
$$V_G = 16 \text{ V}$$

Per $t < 0$ il condensatore è scarico e l'interruttore è aperto. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ per $t > 0$.

Risultato

$$v_C(t) = -12\exp(-t/4) + 12 \text{ (V)}$$

Esercizio n. 9



$$R_1 = 3 \Omega$$

$$R_2 = 9 \Omega$$

$$L = 2 \text{ H}$$

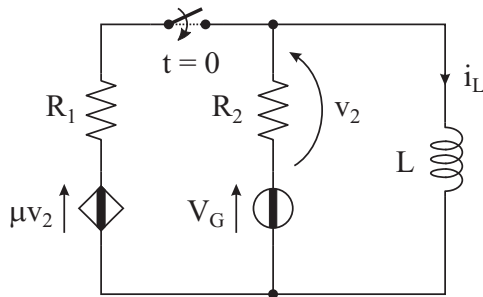
$$\alpha = 2$$

$$I_G = 4 \text{ V}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $v_1(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$i_L(t) = -\exp(-3t) + 2 \text{ (A)} \qquad v_1(t) = -3\exp(-3t) + 18 \text{ (V)}$$

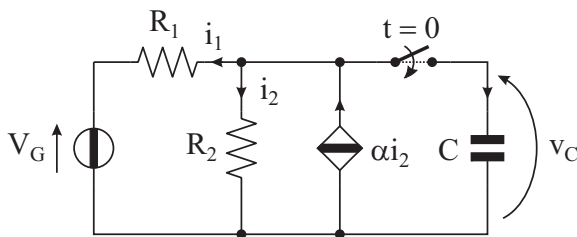
Esercizio n. 10

$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \Omega \\ R_2 &= 5 \Omega \\ L &= 2 \text{ H} \\ \mu &= 1/3 \\ V_G &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ per $t > 0$.

Risultato

$$i_L(t) = \exp(-3t/2) + 2 \quad (\text{A})$$

Esercizio n. 11

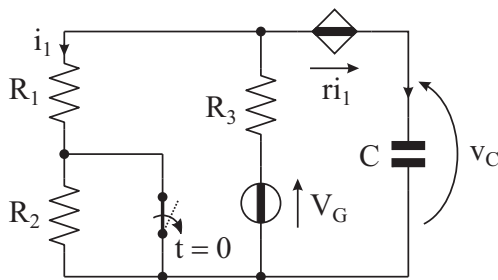
$$\begin{aligned} R_1 &= 500 \Omega \\ R_2 &= 1000 \Omega \\ C &= 10 \mu\text{F} \\ \alpha &= 2 \\ V_G &= 10 \text{ V} \\ Q &= 50 \mu\text{C} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e la carica del condensatore ha valore Q . All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ e di $i_1(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$v_C(t) = -15\exp(-100t) + 20 \quad (\text{V})$$

$$i_1(t) = -30\exp(-100t) + 20 \quad (\text{mA})$$

Esercizio n. 12

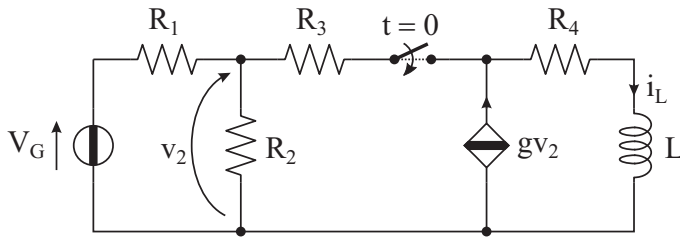
$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega \\ R_3 &= 2 \Omega \\ C &= 0.25 \text{ F} \\ r &= 4 \Omega \\ V_G &= 12 \text{ V} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è chiuso e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si apre l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$ per $t > 0$.

Risultato

$$v_C(t) = 2\exp(-3/2t) + 16 \quad (\text{V})$$

Esercizio n. 13



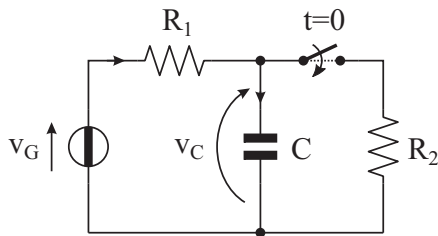
- $R_1 = 6 \Omega$
- $R_2 = 6 \Omega$
- $R_3 = 3 \Omega$
- $R_4 = 3 \Omega$
- $L = 1 \text{ H}$
- $g = 1/6 \text{ S}$
- $V_G = 60 \text{ V}$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ per $t > 0$.

Risultato

$$i_L(t) = -\exp(-15t) + 6 \text{ (A)}$$

Esercizio n. 14



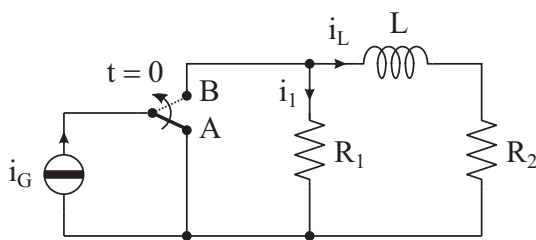
- $R_1 = 10 \Omega$
- $R_2 = 10 \Omega$
- $C = 200 \mu\text{F}$
- $v_G(t) = 10 \cos(500t) \text{ V}$

Per $t < 0$ l'interruttore è aperto e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ si chiude l'interruttore. Determinare l'espressione di $v_C(t)$.

Risultati

$$v_C(t) = \begin{cases} 5\sqrt{2} \cos\left(500t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (V)} & \text{per } t \leq 0 \\ \exp(-1000t) + 2\sqrt{5} \cos(500t - 0.464) \text{ (V)} & \text{per } t \geq 0 \end{cases}$$

Esercizio n. 15



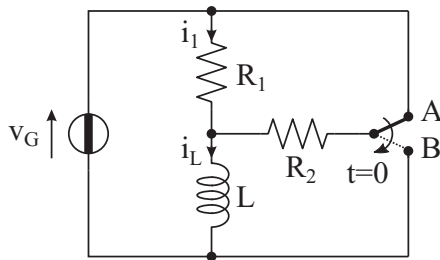
- $R_1 = 5 \Omega$
- $R_2 = 5 \Omega$
- $L = 100 \text{ mH}$
- $i_G(t) = 2 \cos(100t) \text{ A}$

Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $i_1(t)$ per $t > 0$.

Risultati

$$i_L(t) = -\frac{1}{2} \exp(-100t) + \frac{\sqrt{2}}{2} \cos\left(100t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}$$

$$i_1(t) = \frac{1}{2} \exp(-100t) + \frac{\sqrt{10}}{2} \cos(100t + 0.32) \text{ (A)}$$

Esercizio n. 16

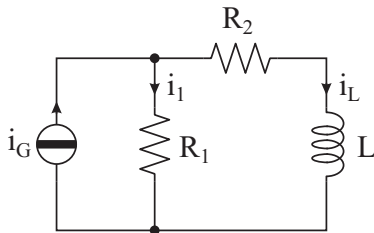
$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \, \Omega \\ R_2 &= 10 \, \Omega \\ L &= 100 \, \text{mH} \\ v_G(t) &= 100 \cos(100t) \, \text{V} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ l'interruttore è nella posizione A e il circuito è a regime. All'istante $t = 0$ l'interruttore passa alla posizione B. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $i_1(t)$.

Risultati

$$i_L(t) = \begin{cases} 4\sqrt{5} \cos(100t - 1.107) \, (\text{A}) & \text{per } t \leq 0 \\ 2\exp(-50t) + 2\sqrt{5} \cos(100t - 1.107) \, (\text{A}) & \text{per } t \geq 0 \end{cases}$$

$$i_1(t) = \begin{cases} 2\sqrt{5} \cos(100t - 1.107) \, (\text{A}) & \text{per } t < 0 \\ \exp(-50t) + 2\sqrt{10} \cos(100t - 0.322) \, (\text{A}) & \text{per } t > 0 \end{cases}$$

Esercizio n. 17

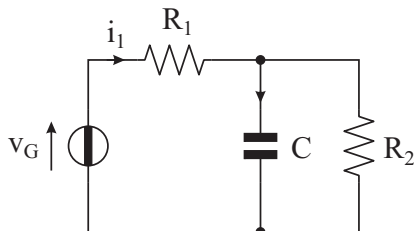
$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \, \Omega \\ R_2 &= 5 \, \Omega \\ L &= 100 \, \text{mH} \\ i_G(t) &= \begin{cases} 16 \cos(100t) \, (\text{A}) & \text{per } t < 0 \\ 4 \cos(100t) \, (\text{A}) & \text{per } t > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ il circuito è a regime. Determinare l'espressione di $i_L(t)$ e di $i_1(t)$.

Risultati

$$i_L(t) = \begin{cases} 4\sqrt{2} \cos(100t - \pi/4) \, (\text{A}) & \text{per } t \leq 0 \\ 3\exp(-50t) + \sqrt{2} \cos(100t - \pi/4) \, (\text{A}) & \text{per } t \geq 0 \end{cases}$$

$$i_1(t) = \begin{cases} 4\sqrt{10} \cos(100t + 0.322) \, (\text{A}) & \text{per } t < 0 \\ -3\exp(-50t) + \sqrt{10} \cos(100t + 0.322) \, (\text{A}) & \text{per } t > 0 \end{cases}$$

Esercizio n. 18

$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \, \Omega \\ R_2 &= 10 \, \Omega \\ C &= 100 \, \mu\text{F} \\ v_G(t) &= \begin{cases} 200 \cos(2000t) \, (\text{V}) & \text{per } t < 0 \\ 200 \cos(1000t) \, (\text{V}) & \text{per } t > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

Per $t < 0$ il circuito è a regime. Determinare l'espressione di $i_1(t)$.

Risultato

$$i_1(t) = \begin{cases} 5\sqrt{10} \cos(2000t + 0.322) \, (\text{A}) & \text{per } t \leq 0 \\ 3\exp(-50t) + 4\sqrt{10} \cos(1000t + 0.322) \, (\text{A}) & \text{per } t \geq 0 \end{cases}$$