

# **Esercitazioni di Elettrotecnica**

*a cura dell'Ing. Antonio Maffucci*

## **Parte III: Circuiti in evoluzione dinamica**

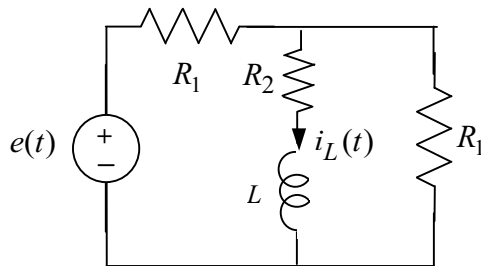
A.A. 2001/2002

---

## ESERCITAZIONE N.10: Reti dinamiche del primo ordine.

### ESERCIZIO 10.1

Considerato il seguente circuito nel quale all'istante  $t = 0$  il generatore inverte la sua polarità, calcolare la corrente nell'induttore per ogni  $t$ .



$$e(t) = \begin{cases} 10 \text{ V} & t < 0 \\ -10 \text{ V} & t > 0 \end{cases}$$

$$R_1 = 10 \Omega$$

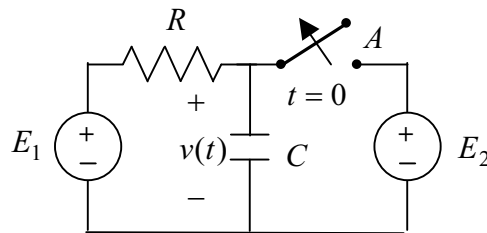
$$R_2 = 20 \Omega$$

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

Risultato:  $i_L(t) = 0.2 \text{ A}$  per  $t < 0$ ;  $i_L(t) = 0.4e^{-12.5 \cdot 10^3 t} - 0.2 \text{ A}$  per  $t > 0$ .

### ESERCIZIO 10.2

Nel seguente circuito all'istante  $t = 0$  si apre l'interruttore  $A$ . Calcolare la tensione sul condensatore  $v(t)$  per ogni istante.



$$E_1 = 8 \text{ V}, \quad E_2 = 2 \text{ V}$$

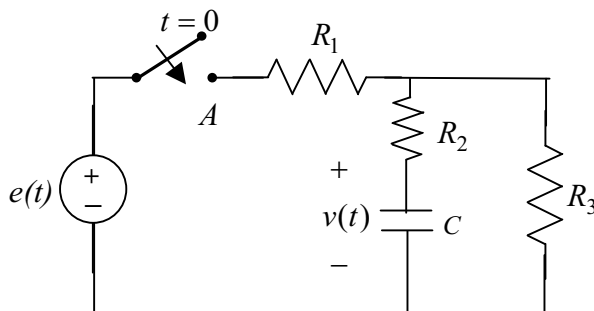
$$R = 10 \text{ k}\Omega, \quad C = 2 \text{ mF}$$

Risultato:  $v(t) = 2 \text{ V}$  per  $t < 0$ ;  $v(t) = 8 - 6e^{-0.05t} \text{ V}$  per  $t > 0$ .

### ESERCIZIO 10.3

Il seguente circuito è a riposo fino a  $t = 0$ , istante in cui si chiude l'interruttore  $A$ . Calcolare:

- la costante di tempo  $\tau$  del circuito;
- la tensione ai capi del condensatore per  $t > 0$ .



$$e(t) = 10 \cos(\omega t)$$

$$\omega = 100 \text{ rad/s}$$

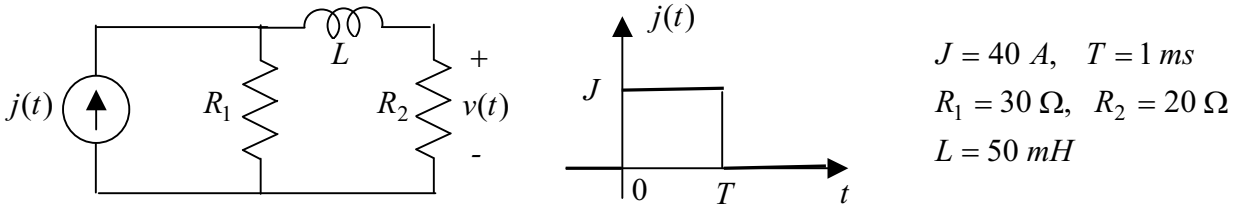
$$R_1 = 20 \Omega, \quad R_2 = 5 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega, \quad C = 1 \text{ mF}$$

Risultato: a)  $\hat{\tau} = R_{eq}C = 11.7 \text{ ms}$ ; b)  $v(t) = -1.41 \exp(-85.5t) + 2.17 \cos(100t - 0.86) \text{ V}$  per  $t > 0$ .

**ESERCIZIO 10.4**

In figura è riportato lo schema equivalente di un grilletto elettronico per pistola. L'uscita del sistema è il segnale di tensione  $v(t)$  prelevato ai capi di  $R_2$ . Determinare tale segnale per  $0 < t < 0.3 \text{ s}$ .

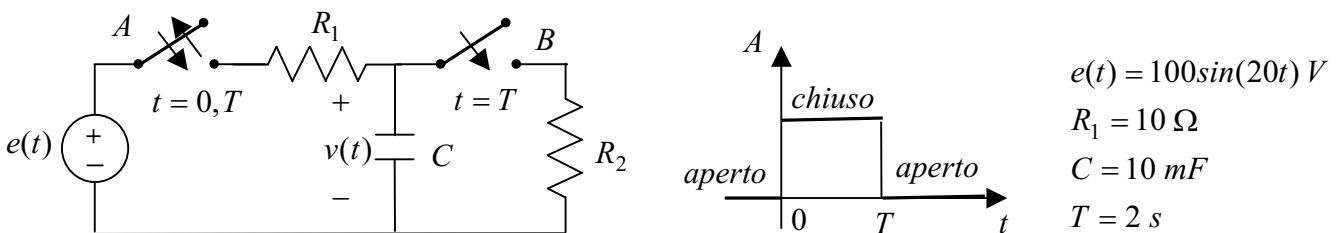


Risultato:  $v(t) = 480(1 - e^{-1000t}) \text{ V}$  per  $0 < t < T$ ;  $v(t) = 480(e - 1)e^{-1000t} \text{ V}$  per  $t > T$ .

**ESERCIZIO 10.5**

La seguente rete rappresenta lo schema elettrico equivalente del circuito di carica della stazione spaziale orbitante. La carica avviene tra l'istante  $t = 0$  e l'istante  $t = T$ , intervallo in cui l'interruttore A resta chiuso. Per  $t > T$ , invece, il condensatore C viene collegato al resto della rete attraverso la chiusura dell'interruttore B. Supponedo la rete a riposo per  $t < 0$ , valutare:

- a) la tensione sul condensatore  $v(t)$  per  $0 < t < T$ ;
- b) l'energia massima  $W_{\max}$  erogabile da C per  $t > T$ ;
- c) il tempo necessario affinché su  $R_2$  venga dissipata l'energia  $0.9W_{\max}$ .



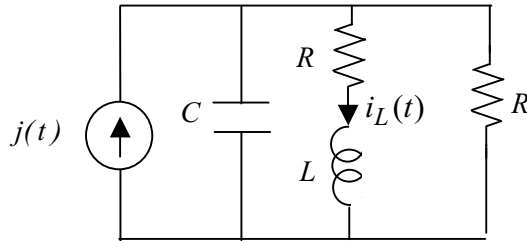
Risultato: a)  $v(t) = 40e^{-10t} - 40 \cos(20t) + 20 \sin(20t) \text{ V}$  per  $0 < t < T$ ;  
 b)  $W_{\max} = \frac{1}{2} C v^2(T) = 8.64 \text{ J}$ ;  
 c) per poter rispondere alla domanda c) occorrerebbe conoscere  $R_2$ .

## ESERCITAZIONE N.11: Reti dinamiche del secondo ordine

### ESERCIZIO 11.1

Il seguente circuito è in regime stazionario fino a  $t = 0$ , quando il generatore si spegne. Calcolare:

- il valore delle grandezze di stato all'istante  $t = 0^+$
- la corrente  $i_L(t)$  per  $t > 0$



$$j(t) = \begin{cases} 20 \text{ A} & t < 0 \\ 0 \text{ A} & t > 0 \end{cases}$$

$$R = 2 \Omega$$

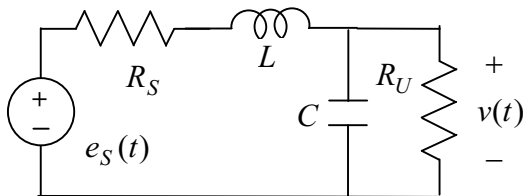
$$L = 10 \mu\text{H}$$

$$C = 5 \mu\text{F}$$

Risultato: a)  $v_c(0^+) = 20 \text{ V}$ ;  $i_L(0^+) = 10 \text{ A}$ . b)  $i_L(t) = e^{-1.5 \cdot 10^5 t} [10 \cos(1.3 \cdot 10^5 t) + 11.5 \sin(1.3 \cdot 10^5 t)]$

### ESERCIZIO 11.2

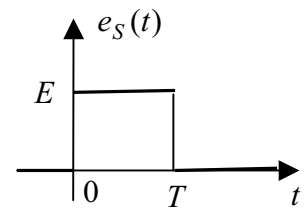
Il seguente circuito rappresenta lo schema equivalente di un sistema digitale *trasmettitore-canale-ricevitore*. Calcolare la tensione sul ricevitore ( $R_U$ ) in ogni istante.



$$E = 6 \text{ V}, \quad T = 10 \text{ ns}$$

$$R_S = R_U = 50 \Omega$$

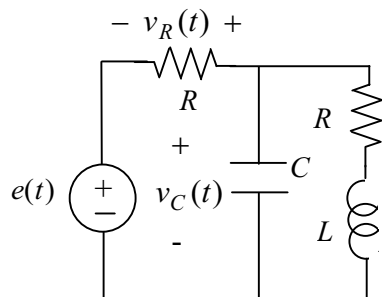
$$L = 2 \text{ nH}, \quad C = 10 \text{ pF}$$



Risultato:  $v(t) = 0 \text{ V}$  per  $t < 0$ ;  $v(t) = -3.74e^{-4.45 \cdot 10^9 t} + 0.74e^{-22.55 \cdot 10^9 t} + 3 \text{ V}$  per  $0 < t < T$ ;  
 $v(t) = -320e^{-4.45 \cdot 10^9 t} + 4.6 \cdot 10^9 e^{-22.55 \cdot 10^9 t}$  per  $t > T$ .

### ESERCIZIO 11.3

Con riferimento al seguente circuito, calcolare la tensione  $v_C(t)$  in ogni istante.



$$e(t) = \begin{cases} 20 \text{ V} & t < 0 \\ -20 \text{ V} & t > 0 \end{cases}$$

$$R = 1 \Omega$$

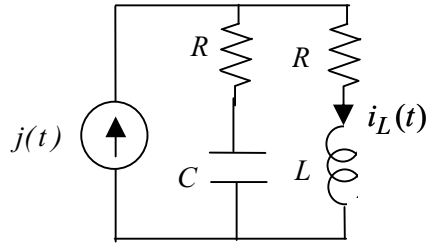
$$L = 5 \mu\text{H}$$

$$C = 5 \mu\text{F}$$

Risultato:  $v_C(t) = 10 \text{ V}$  per  $t < 0$ ;  $v_C(t) = 20e^{-2 \cdot 10^5 t} \cos(2 \cdot 10^5 t) - 10 \text{ V}$  per  $t > 0$ .

**ESERCIZIO 11.4**

Il seguente circuito è in regime sinusoidale fino  $t = 0$ , istante in cui il generatore si spegne. Calcolare la corrente  $i_L(t)$  in ogni istante.



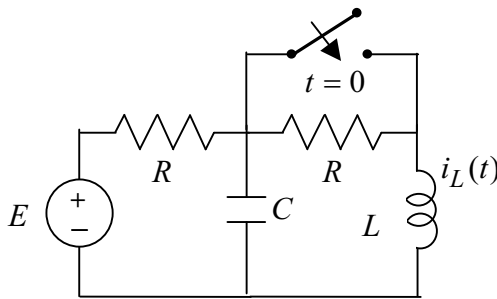
$$j(t) = \begin{cases} 10 \cos(100t) \text{ A} & t < 0 \\ 0 \text{ A} & t > 0 \end{cases}$$

$R = 0.5 \Omega$   
 $L = 10 \text{ mH}$   
 $C = 50 \text{ mF}$

Risultato:  $i_L(t) = 4.21 \cos(100t - 1.06) \text{ A}$  per  $t < 0$ ;  $i_L(t) = 4.98e^{-72.4t} - 2.91e^{-27.6t} \text{ A}$  per  $t > 0$ .

**ESERCIZIO 11.5**

La rete in figura è in regime stazionario fino  $t = 0$ , istante in cui si chiude l'interruttore. Calcolare la corrente  $i_L(t)$  per  $t > 0$ .

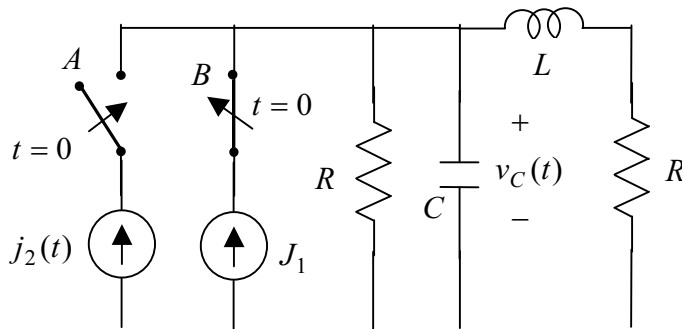


$E = 2 \text{ V}$   
 $R = 1/3 \Omega$   
 $L = 1 \text{ mH}$   
 $C = 2 \text{ mF}$

Risultato:  $i_L(t) = e^{-1000t} - 4e^{-500t} + 6 \text{ A}$ .

**ESERCIZIO 11.6**

All'istante  $t = 0$  si chiude l'interruttore A e si apre l'interruttore B. Calcolare la tensione sul condensatore per ogni istante di tempo.



$J_1 = 2 \text{ A}$   
 $j_2(t) = 2 \sin(\omega t) \text{ A}$   
 $\omega = 10^6 \text{ rad/s}$   
 $R = 1 \Omega, \quad L = 1 \text{ mH}$   
 $C = 1 \text{ mF}$

Risultato:  $v_C(t) = 1 \text{ V}$  per  $t < 0$ ;  $v_C(t) = 2.28e^{-10^6 t} \cos(10^6 t + 0.90) + 1.26 \cos(10^6 t - 0.32) \text{ V}$  per  $t > 0$ .