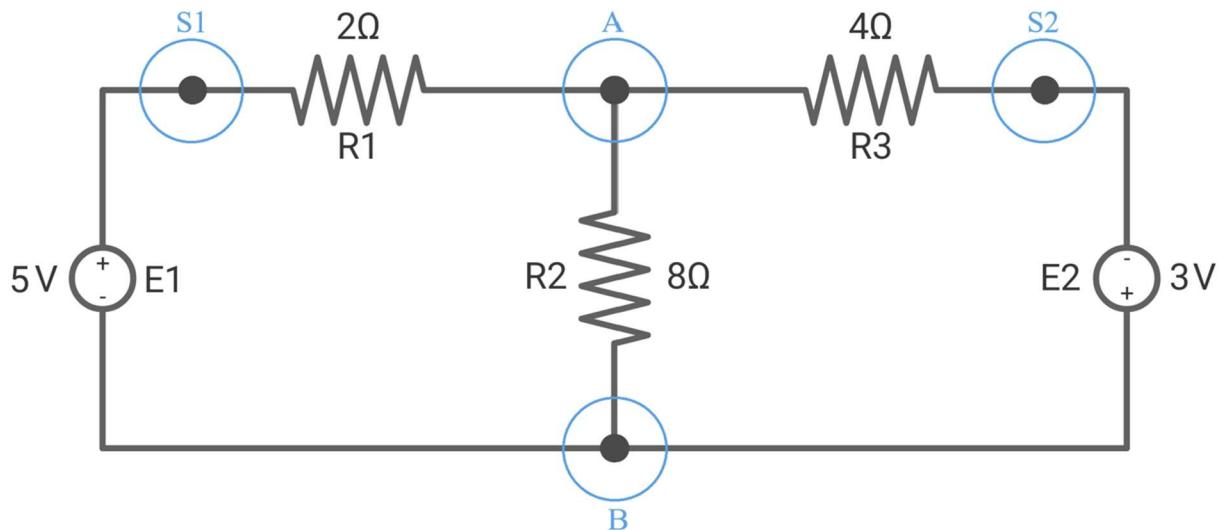


# 12 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo B ed il nodo  $S_1$  è presente un generatore indipendente ideale di tensione  $E_1$ , con valore 5 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo  $S_1$ ;
- tra il nodo  $S_1$  ed il nodo A è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 8 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo  $S_2$  è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo  $S_2$  ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione  $E_2$ , con valore 3 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo B.

Risolvere la rete calcolando tensioni e correnti dei tre resistori impiegando rigorosamente le sole leggi di Kirchhoff (LKC e LKT).

## SOLUZIONE:

$$IR_1 = 1,5 \text{ A}$$

$$IR_2 = 0,25 \text{ A}$$

$$R_3 = 1,25 \text{ A}$$

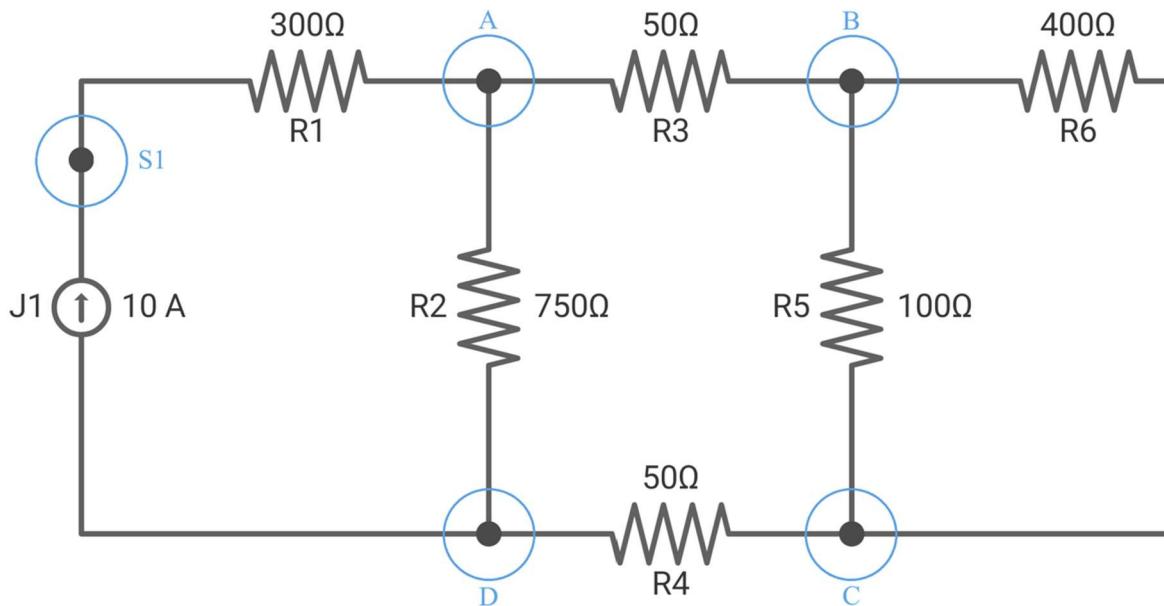
$$VR_1 = 3 \text{ V}$$

$$VR_2 = 2 \text{ V}$$

$$VR_3 = 5 \text{ V}$$

# 01 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo D ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di corrente J1, con valore 10 Ampere. Eroga corrente verso il nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale R1, valore 300 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R3, valore 50 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R5, valore 100 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R6, valore 400 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un resistore ideale R4, valore 50 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo D è presente un resistore ideale R2, valore 750 Ohm.

Calcolare l'intensità e il verso delle correnti su tutti resistori presenti nel circuito utilizzando ripetutamente la sola tecnica del partitore di corrente.

## SOLUZIONE:

$$I_{R1} = 10 \text{ A} \text{ (da S1 ad A)}$$

$$I_{R2} = 1,935 \text{ A} \text{ (da A a D)}$$

$$I_{R3} = 8,0645 \text{ A} \text{ (da A a B)}$$

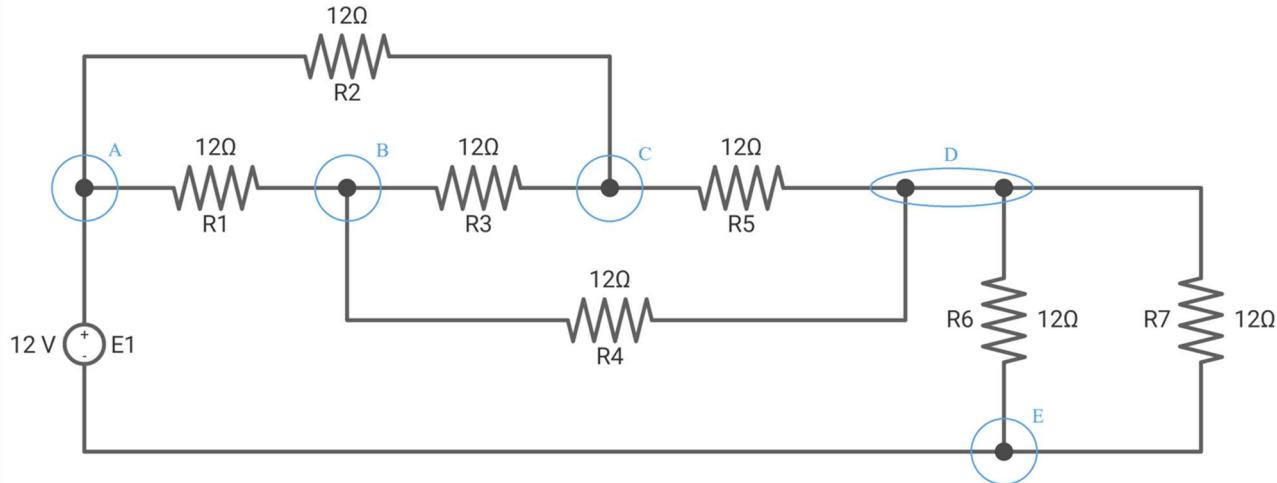
$$I_{R4} = 8,0645 \text{ A} \text{ (da C a D)}$$

$$I_{R5} = 6,4516 \text{ A} \text{ (da B a C)}$$

$$I_{R6} = 1,6129 \text{ A} \text{ (da B a C)}$$

# 13 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 12 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale R2, valore 12 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R3, valore 12 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un resistore ideale R4, valore 12 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un resistore ideale R5, valore 12 Ohm;
- tra il nodo D ed il nodo E è presente un resistore ideale R6, valore 12 Ohm;
- tra il nodo D ed il nodo E è presente un resistore ideale R7, valore 12 Ohm;
- tra il nodo E ed il nodo A è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 12 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A.

Calcolare la potenza erogata dal generatore E1.

## SOLUZIONE:

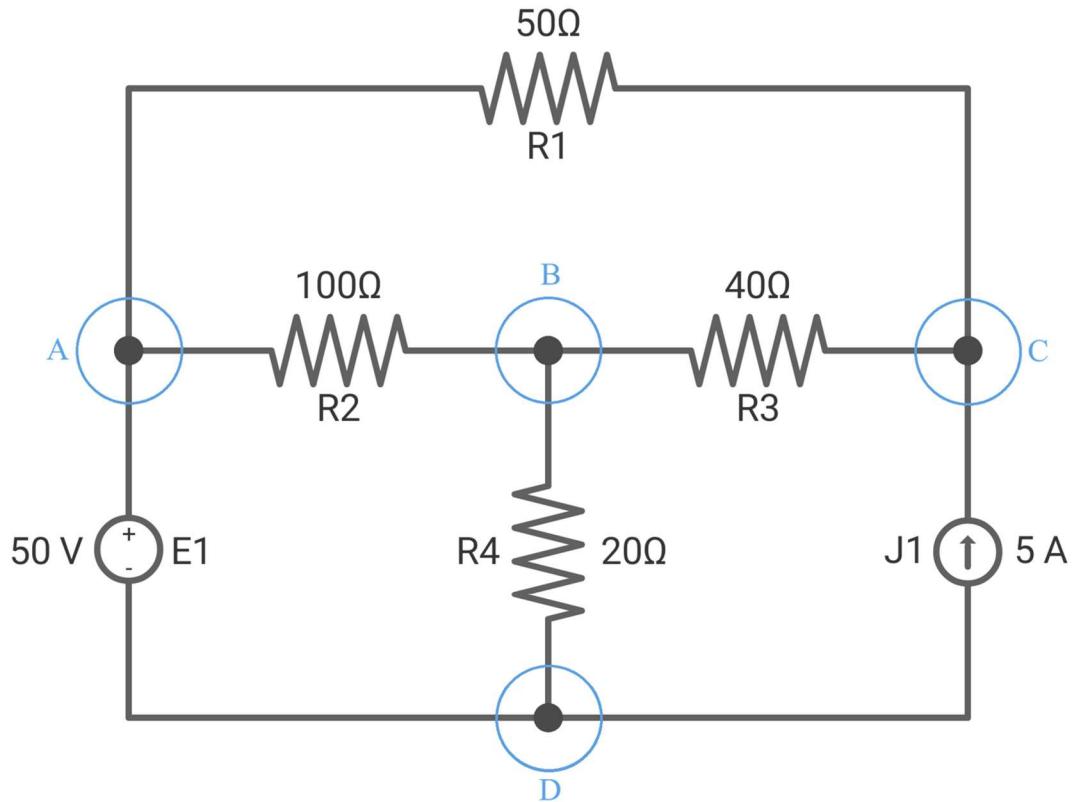
$$R_{eq} = 18 \text{ Ohm}$$

$$I_E = 0,666666 \text{ A}$$

$$P_E = 8 \text{ W}$$

## 02 lab

### CCT



### PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo D ed il nodo A è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 50 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R2, valore 100 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un resistore ideale R4, valore 20 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R3, valore 40 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un generatore indipendente ideale di corrente J1, con valore 5 Ampere. Eroga corrente verso il nodo C;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale R1, valore 50 Ohm.

Utilizzando il solo metodo dei potenziali nodali, calcolare l'intensità e il verso delle correnti su tutti i resistori presenti nel circuito. Esplicitare il valore del potenziale elettrico di ogni singolo nodo.

### SOLUZIONE:

$$V_A = 50 \text{ V};$$

$$V_B = 53,9062 \text{ V}$$

$$V_C = 163,2812 \text{ V}$$

$$V_D = 0;$$

$$I_{R1} = 2,2656 \text{ A} \text{ (da C ad A)}$$

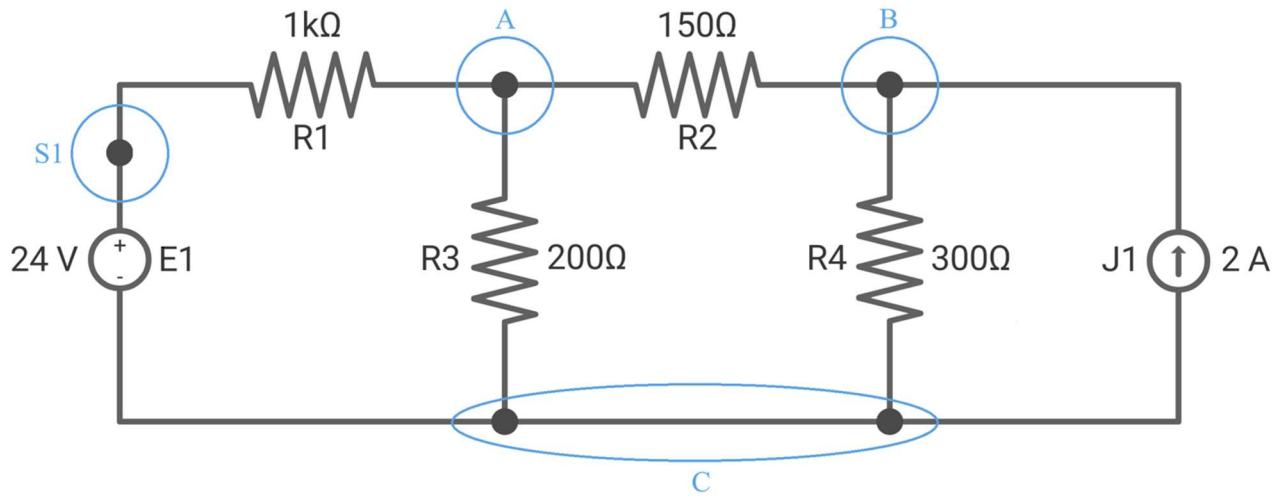
$$I_{R2} = 0,039 \text{ A} \text{ (da B ad A)}$$

$$I_{R3} = 2,7343 \text{ A} \text{ (da C a B)}$$

$$I_{R4} = 2,6953 \text{ A} \text{ (da B a D)}$$

# 03 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 24 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale R1, valore 1000 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo A è presente un resistore ideale R3, valore 200 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R2, valore 150 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R4, valore 300 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di corrente J1, con valore 2 Ampere. Eroga corrente verso il nodo B.

Utilizzando il solo metodo delle correnti di maglia, calcolare le tensioni ai capi dei resistori R3 e R4, VR3 e VR4.

## SOLUZIONE:

$$I_1 = 0,14108 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,96648 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,8254 \text{ A}$$

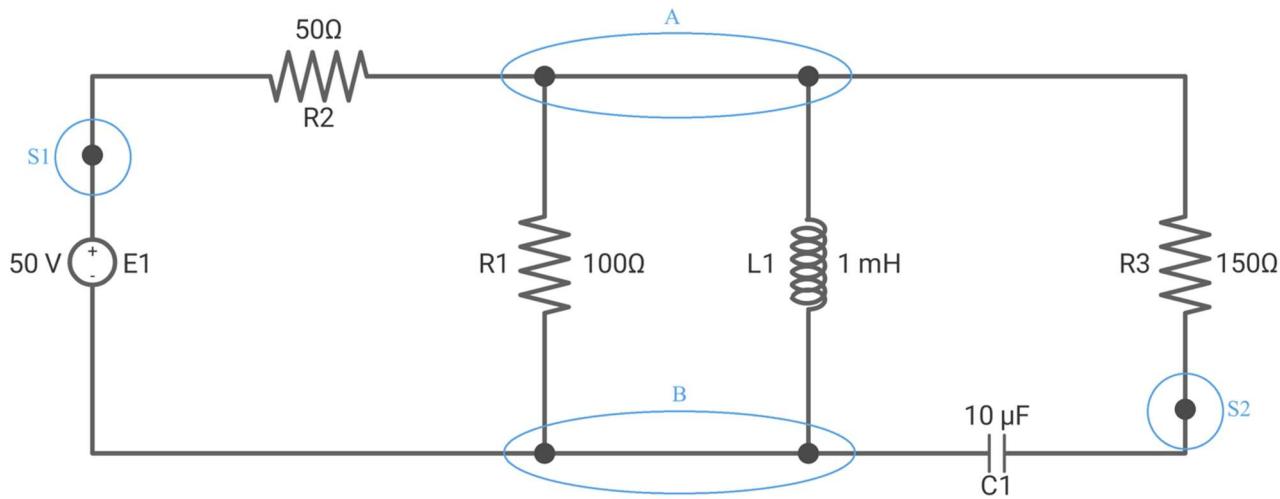
$$I_4 = 1,03351 \text{ A}$$

$$VR_3 = 165,08 \text{ V}$$

$$VR_4 = 310,053 \text{ V}$$

# 04 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 100 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale L1, valore 1 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo S2 è presente un resistore ideale R3, valore 150 Ohm;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un condensatore ideale C1, valore 10 micro Farad;
- tra il nodo B ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 50 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale R2, valore 50 Ohm.

Considerando il circuito a regime stazionario da un tempo infinito, calcolare: 1) l'intensità e il verso della corrente che scorre in R1,  $I_{R1}$ ; 2) la potenza dissipata da R3,  $P_{R3}$ .

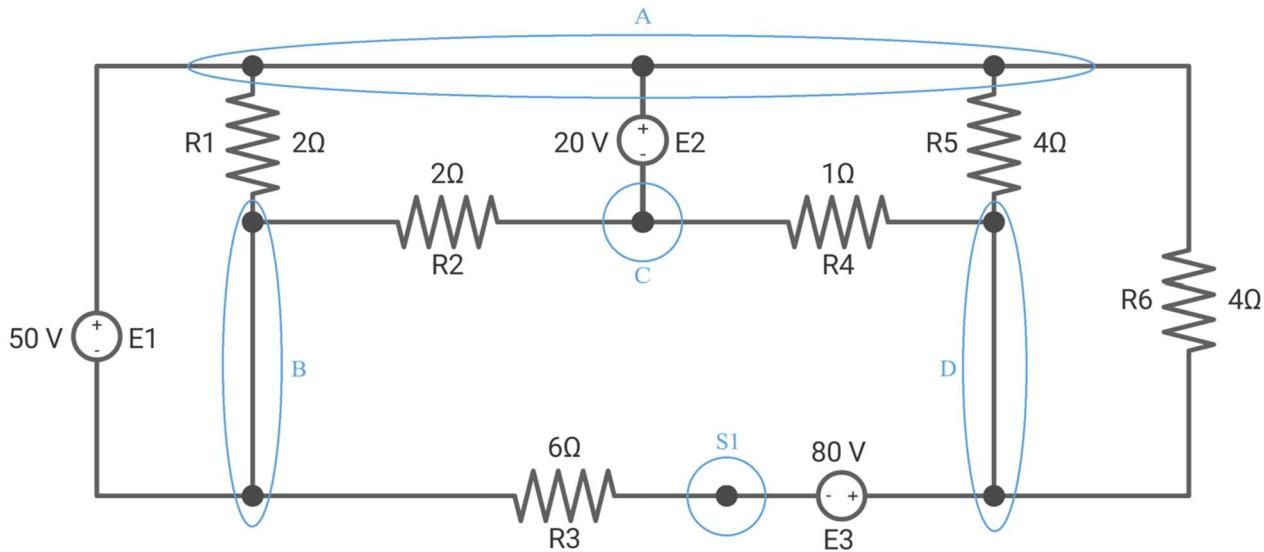
## SOLUZIONE:

$$I_{R1} = 0 \text{ A}$$

$$P_{R3} = 0 \text{ W}$$

# 05 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 50 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 2 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R2, valore 2 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo S1 è presente un resistore ideale R3, valore 6 Ohm;
- tra il nodo S1 ed il nodo D è presente un generatore indipendente ideale di tensione E3, con valore 80 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo D;
- tra il nodo C e il nodo D è presente un resistore ideale R4, valore 1 Ohm;
- tra il nodo C e il nodo A è presente un generatore indipendente ideale di tensione E2, con valore 20 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo A e il nodo D è presente un resistore ideale R5, valore 4 Ohm;
- tra il nodo A e il nodo D è presente un resistore ideale R6, valore 4 Ohm.

Utilizzando il solo metodo della sovrapposizione degli effetti, calcolare la tensione ai capi di R4 e R6, VR4 e VR6, mostrando i contributi di tensione parziali di ogni sottocircuito creato.

## SOLUZIONE:

$$I_4 = -5 + 8 + 8 = 11 \text{ A}$$

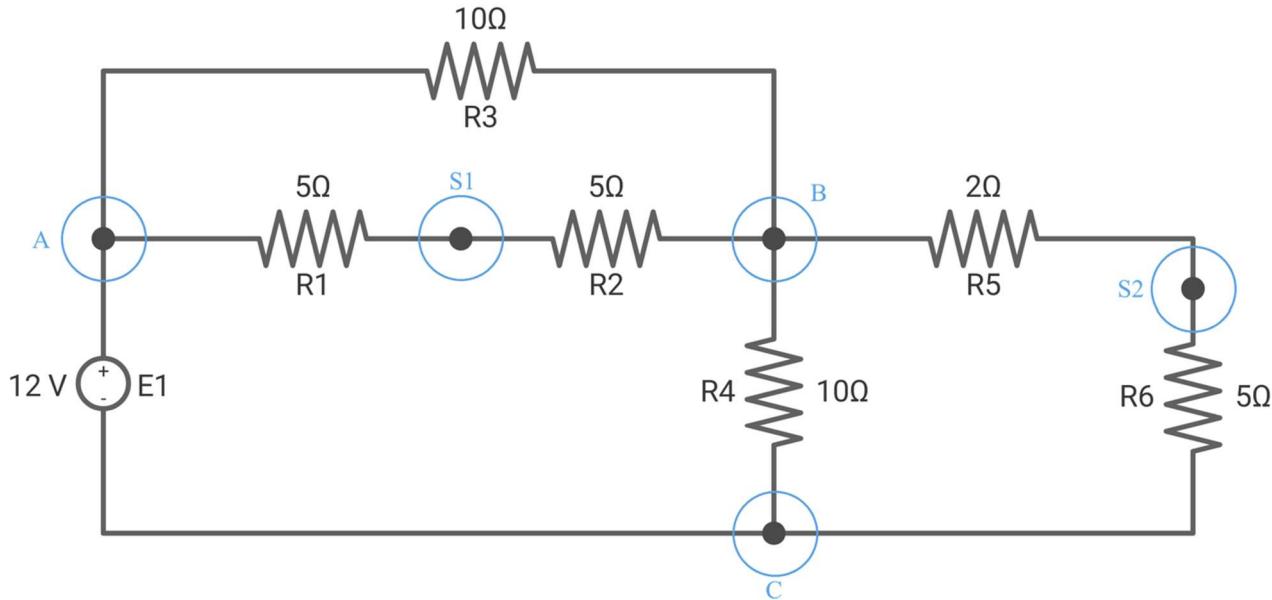
$$I_6 = 1,25 + 3 - 2 = 2,25 \text{ A}$$

$$VR_4 = 11 \text{ V}$$

$$VR_6 = 9 \text{ V}$$

# 06 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione  $E_1$ , con valore 12 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 5 Ohm;
- tra il nodo S1 ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 5 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 10 Ohm;
- tra il nodo B e il nodo C è presente un resistore ideale  $R_4$ , valore 10 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo S2 è presente un resistore ideale  $R_5$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo S2 ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_6$ , valore 5 Ohm.

Calcolare l'intensità e il verso della corrente che scorre in  $R_4$ ,  $I_{R4}$ , utilizzando esclusivamente il teorema di Norton.

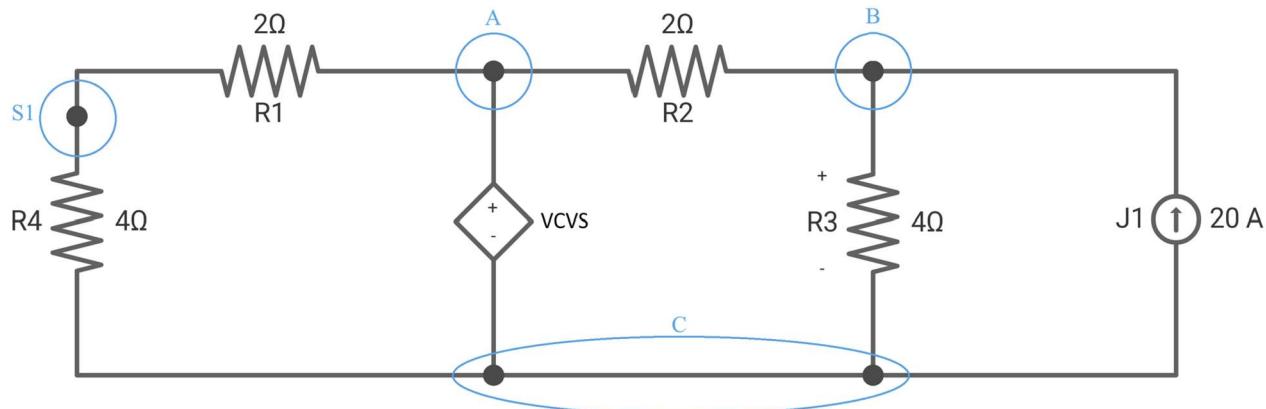
## SOLUZIONE:

$$J_{no} = 2,4 \text{ A} \quad R_{eq} = 2,9166 \text{ Ohm}$$

$$I_{R4} = 0,54193 \text{ A} \text{ (da nodo B a nodo C)}$$

# 07 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un resistore ideale  $R_4$ , valore  $4 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore  $2 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo C ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore  $4 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore  $2 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo C ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di corrente  $J_1$ , con valore  $20 \text{ Ampere}$ . Eroga corrente verso il nodo B;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un generatore ideale di tensione pilotato in tensione, VCVS (Voltage Controlled Voltage Source), con guadagno 3, controllato dalla tensione  $VR_3$  ( $3 \cdot VR_3$ ). Il terminale positivo (+) è connesso al nodo A ed il terminale negativo (-) è connesso al nodo C.

Vista la presenza del VCVS, si rende noto che la tensione di controllo  $VR_3$ , misurata ai capi del resistore  $R_3$ , ha riferimento positivo (+) al nodo B e negativo (-) al nodo C.

Calcolare l'intensità e il verso della corrente che scorre in  $R_4$ ,  $IR_4$ , utilizzando esclusivamente il teorema di Thevenin.

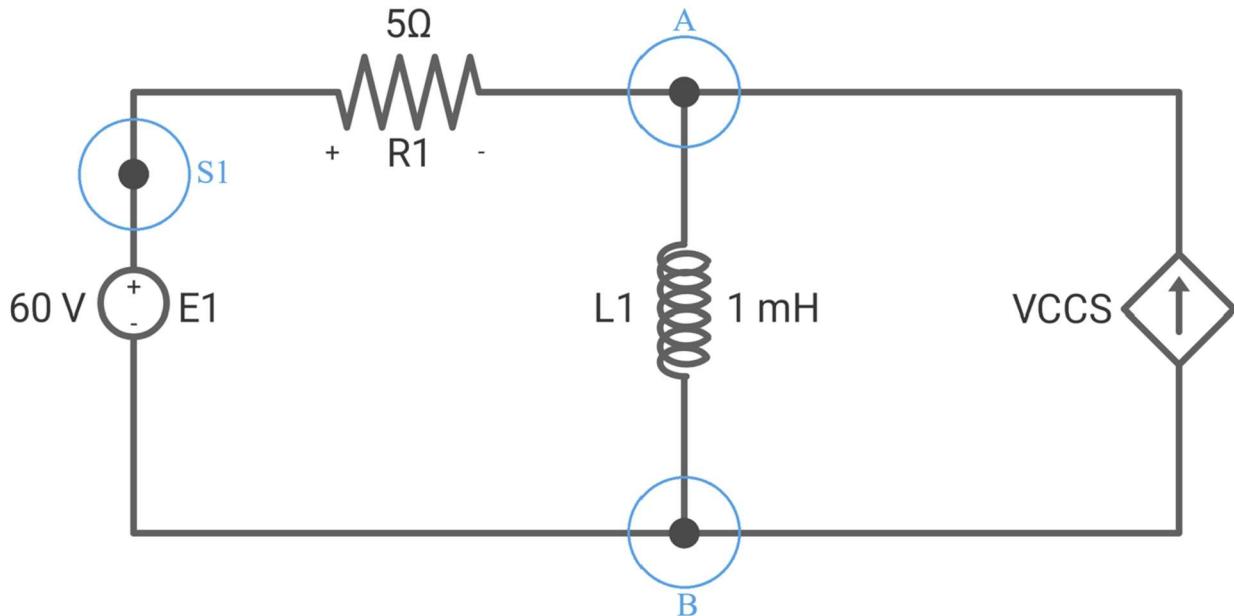
## SOLUZIONE:

$$R_{th} = 2 \text{ Ohm} \quad E_{th} = 80 \text{ V} \quad (\text{ddp } VC-VS1 = VC-VA)$$

$$IR_4 = 13,33 \text{ A} \quad (\text{da nodo C a nodo S1})$$

# 15 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo B ed il nodo  $S_1$  è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $E_1$ , con valore 60 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo  $S_1$ ;
- tra il nodo  $S_1$  ed il nodo A è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 5 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore ideale di corrente pilotato in tensione, VCCS (Voltage Controlled Current Source), con guadagno 3, controllato dalla tensione  $VR_1$  ( $3 \cdot VR_1$ ). Eroga corrente verso il nodo A.

Vista la presenza del VCCS, si rende noto che la tensione di controllo  $VR_1$ , misurata ai capi di  $R_1$ , ha riferimento positivo (+) al nodo  $S_1$  e negativo (-) al nodo A.

Considerando il circuito a regime stazionario da un tempo infinito, calcolare l'energia immagazzinata da  $L_1$ ,  $WL_1$ .

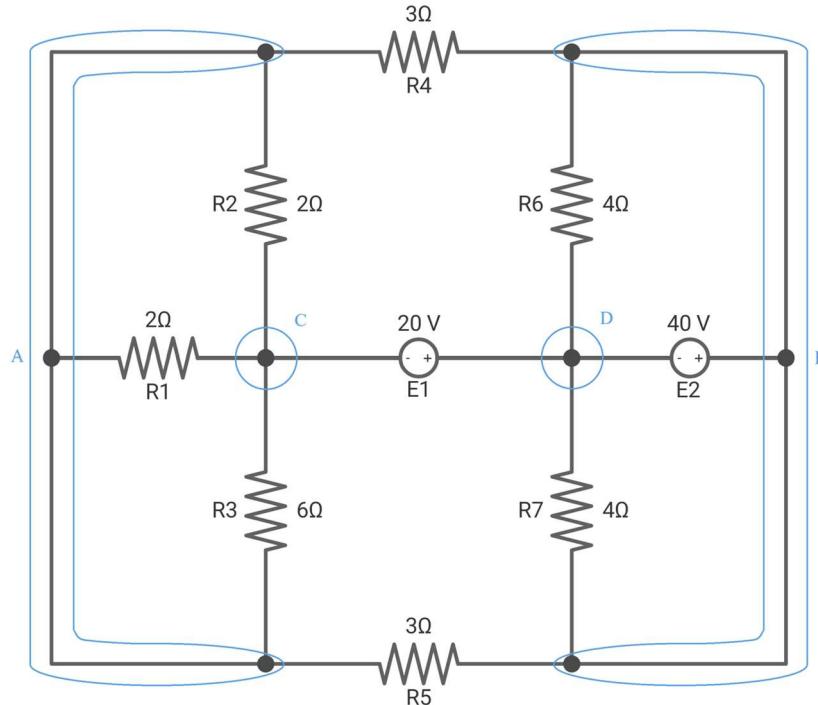
## SOLUZIONE:

$$IL = 192 \text{ A}$$

$$WL = 18,432 \text{ J}$$

# 10 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale R1, valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale R2, valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale R3, valore 6 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R4, valore 3 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R5, valore 3 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un resistore ideale R6, valore 4 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un resistore ideale R7, valore 4 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 20 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo D;
- tra il nodo D ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione E2, con valore 40 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo B.

Risolvere la rete calcolando la potenza di tutti i componenti del circuito. Specificare per ogni componente se la potenza è dissipata, assorbita o erogata.

## SOLUZIONE:

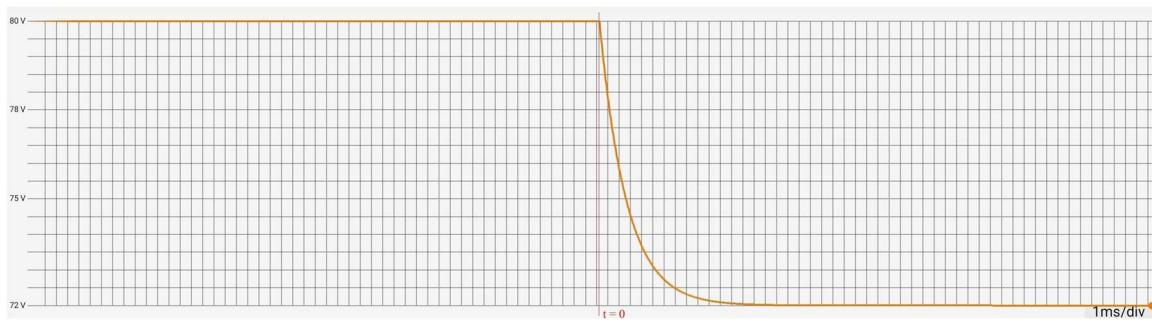
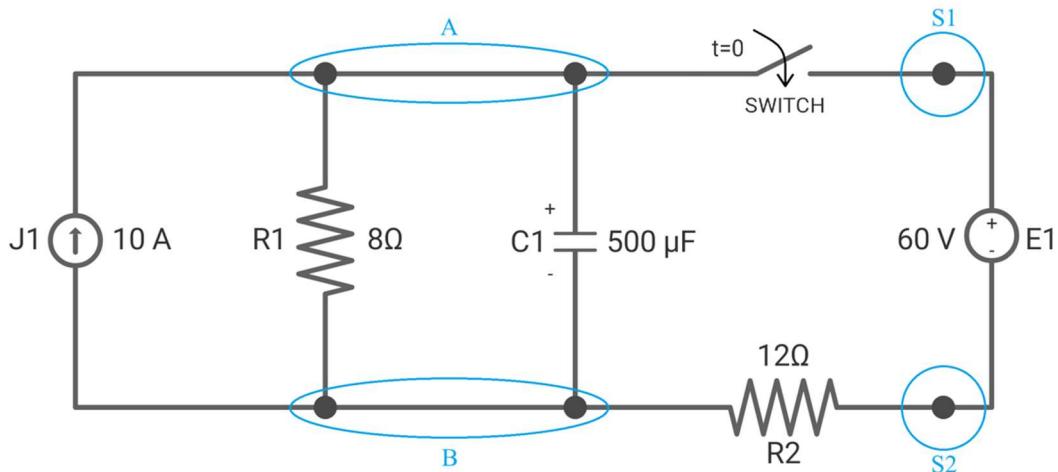
$$PE1 = 509,0909 \text{ W} \quad PE2 = 1818,1818 \text{ W} \quad \text{-----} \rightarrow \quad \text{TOT} = 2327,27 \text{ W}$$

$$PR1 = 238,0165 \text{ W} \quad PR2 = 238,0165 \text{ W} \quad PR3 = 79,3388 \text{ W} \quad PR4 = 485,95 \text{ W} \quad PR5 = 485,95 \text{ W}$$

$$PR6 = 400 \text{ W} \quad PR7 = 400 \text{ W} \quad \text{-----} \rightarrow \quad \text{TOT} = 2327,27 \text{ W}$$

# 08 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di corrente J1, con valore 10 Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 8 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un condensatore ideale C1, valore 500 micro Farad;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo S1 ed il nodo S2 è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 60 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un resistore ideale R2, valore 12 Ohm.

Si assume che la rete sia a regime stazionario da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude nell'istante  $t = 0$ . La tensione  $v_{C1}(t)$  è definita come il potenziale del nodo A meno il potenziale del nodo B.

Calcolare l'espressione analitica della tensione ai capi del condensatore C1,  $v_{C1}(t)$ , per ogni istante di tempo.

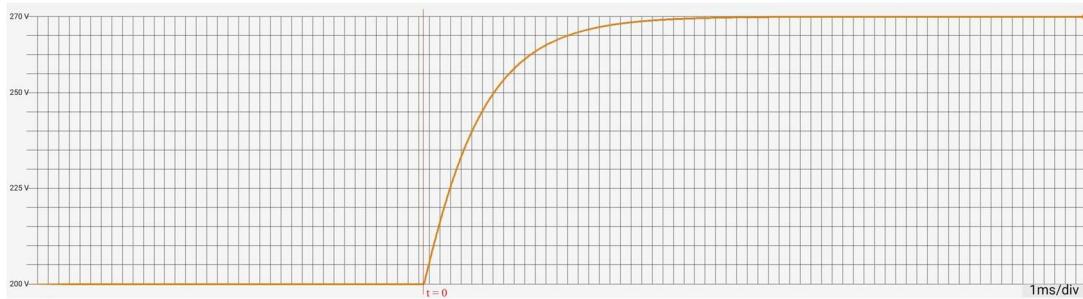
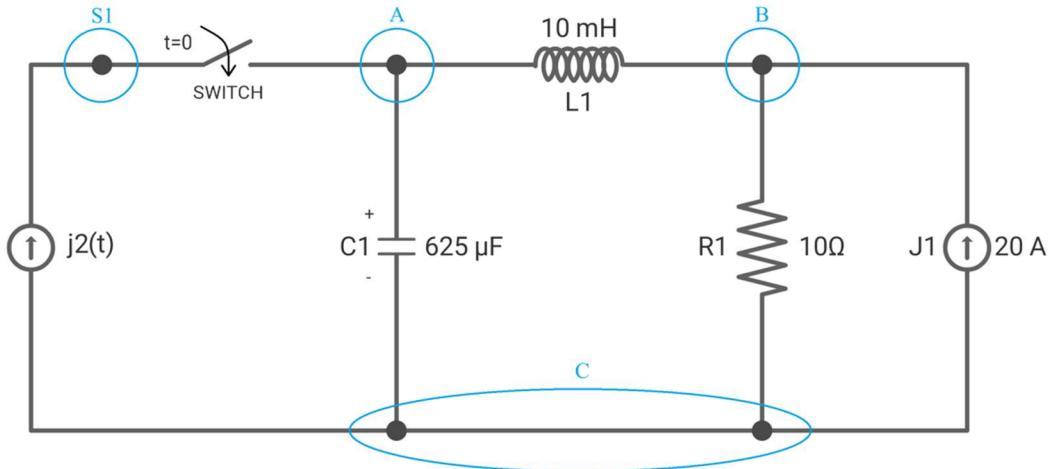
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad v_{C1}(t) = 80 \text{ V}$$

$$t \geq 0: \quad v_{C1}(t) = 8 * e^{-416,6666t} + 72 \text{ V} \quad \text{oppure} \quad v_{C1}(t) = 8 * e^{-(-t/2.4 \text{ ms})} + 72 \text{ V}$$

# 09 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 10 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 625 micro Farad;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 10 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di corrente  $J_1$ , con valore 20 Ampere. Eroga corrente verso il nodo B;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto.
- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di corrente  $j_2(t)$ . Eroga corrente verso il nodo S1.

Si assume che la rete sia a regime stazionario da un tempo infinito. Per  $t < 0$ ,  $j_2(t)$  eroga 0 A. Per  $t \geq 0$ ,  $j_2(t)$  eroga 7 A. L'interruttore (SWITCH) si chiude all'istante  $t = 0$ . La tensione  $v_{C1}(t)$  è definita come il potenziale del nodo A meno il potenziale del nodo C.

Calcolare l'espressione analitica della tensione ai capi del condensatore  $C_1$ ,  $v_{C1}(t)$ , per ogni istante di tempo.

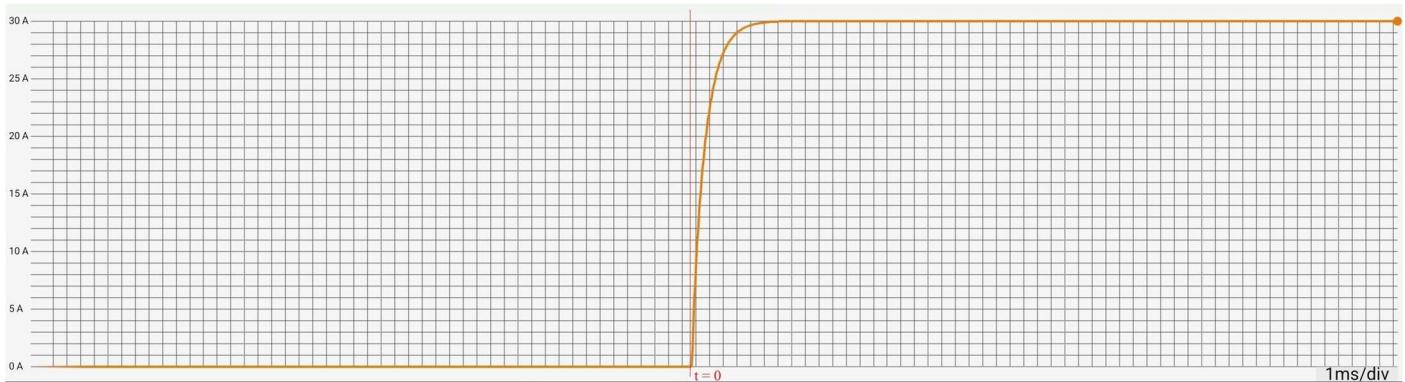
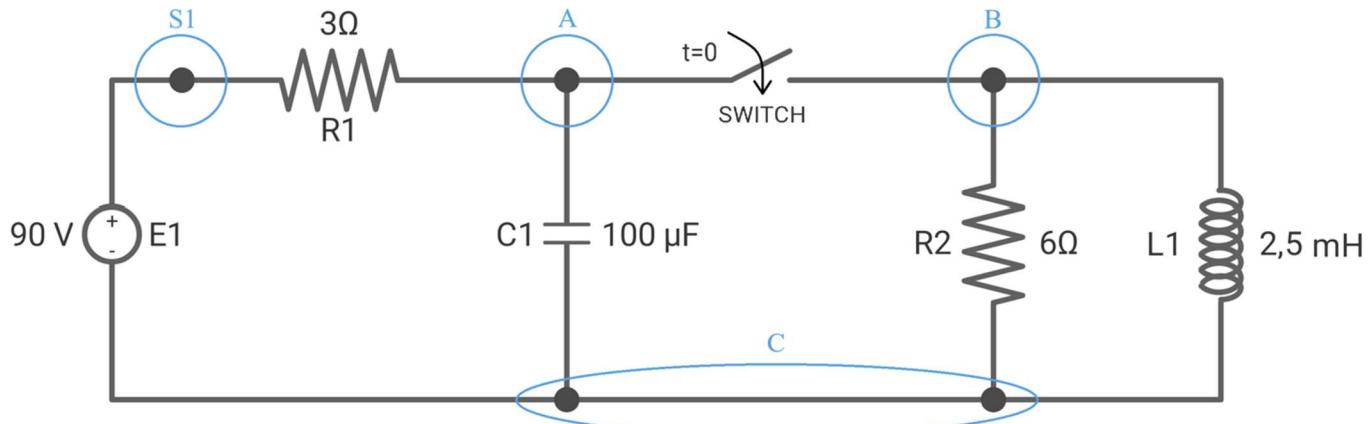
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad v_{C1}(t) = 200 \text{ V}$$

$$t \geq 0: \quad v_{C1}(t) = (14/3)e^{-800t} - (224/3)e^{-200t} + 270 \text{ V}$$

# 11 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione E1, con valore 90 Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale R1, valore 3 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un condensatore ideale C1, valore 100 micro Farad;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale R2, valore 6 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un induttore ideale L1, valore 2,5 milli Henry.

Si assume che la rete sia a regime stazionario da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude all'istante  $t = 0$ .

Calcolare l'espressione analitica e il verso della corrente che scorre nell'induttore L1,  $i_{L1}(t)$ , per ogni istante di tempo.

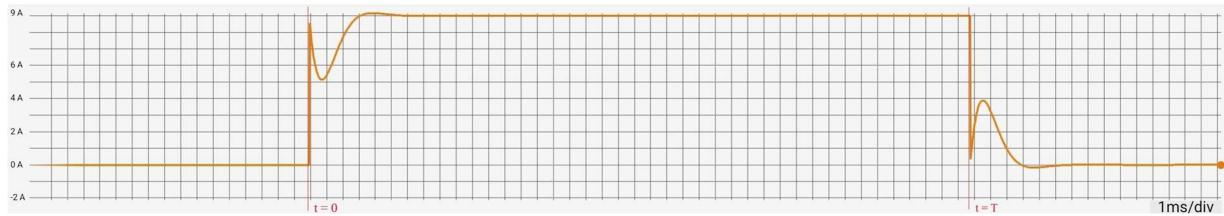
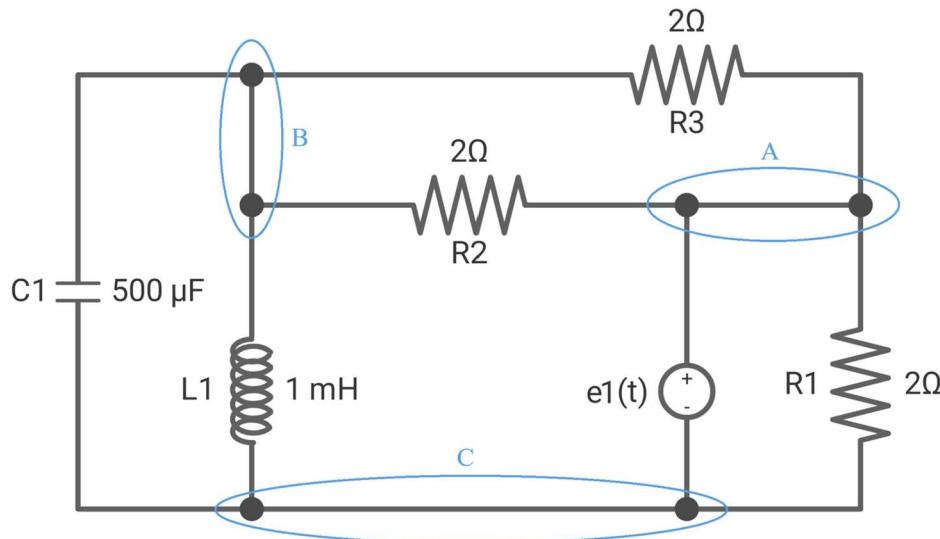
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad i_{L1}(t) = 0 \text{ A}$$

$$t \geq 0: \quad i_{L1}(t) = -2 * e^{-4000t} - 28 * e^{-1000t} + 30 \text{ A}$$

# 14 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 500 micro Farad;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ . Il terminale positivo di  $e_1(t)$  è connesso al nodo A.

Si assume che la rete sia a regime stazionario da un tempo infinito. Per  $t < 0$ ,  $e_1(t)$  vale 0 Volt. Per  $0 \leq t < T$ ,  $e_1(t)$  vale 6 Volt. Per  $t \geq T$ ,  $e_1(t)$  vale 0 Volt.  $T = 3$  secondi.

Calcolare l'espressione analitica della potenza istantanea erogata dal generatore  $e_1(t)$  per ogni istante di tempo.

## SOLUZIONE:

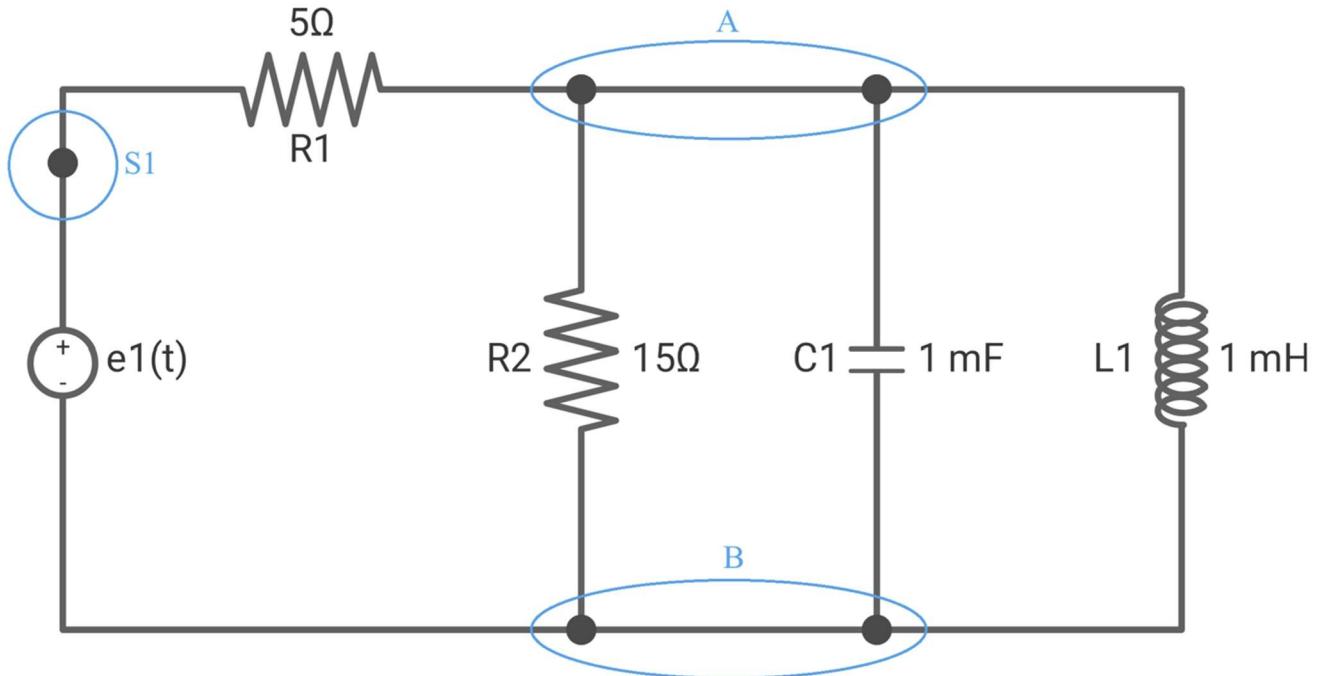
$$t < 0: \quad P_{e_1(t)} = 0 \text{ W}$$

$$0 \leq t < T: \quad P_{e_1(t)} = 54 - 72 * e^{-1000t} * \sin(1000t) \text{ W}$$

$$t > T: \quad P_{e_1(t)} = 0 \text{ W}$$

# 21 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo B ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $60 \cdot \cos(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 5 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 15 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry.

Calcolare il fasore della corrente che scorre nell'induttore  $L_1$ ,  $I_{L1}$ , e nel condensatore  $C_1$ ,  $I_{C1}$ , assumendo per entrambe il verso di riferimento dal nodo A al nodo B. Esprimere i risultati in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

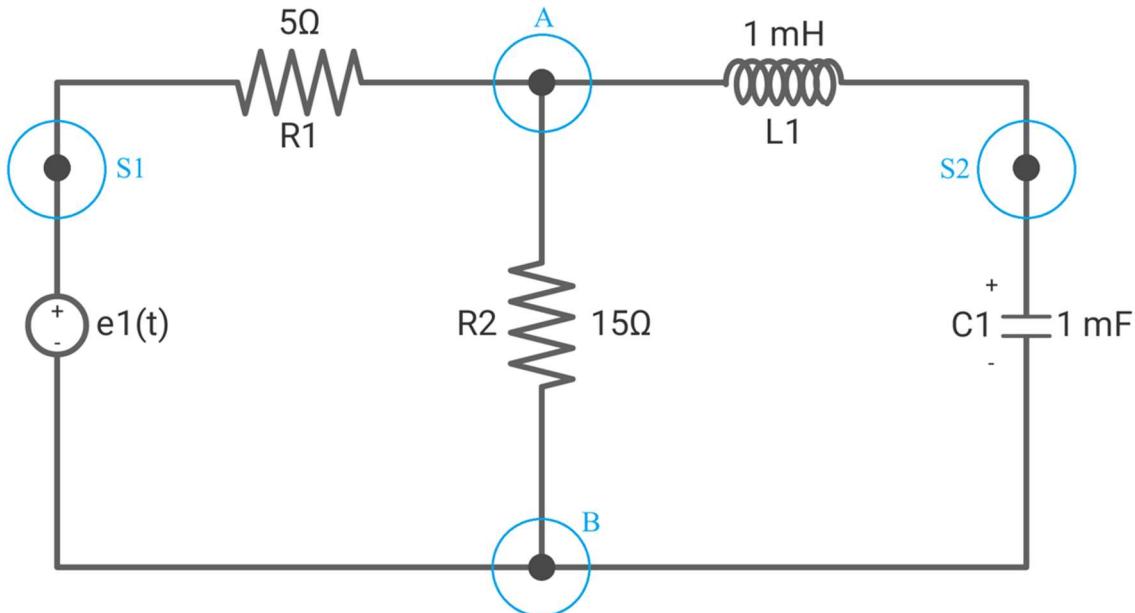
## SOLUZIONE:

$$I_L = -45j$$

$$I_C = 45j$$

## 22 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo B ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $60 \cdot \cos(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 5 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 15 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo S2 è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad.

La tensione  $v_{C_1}(t)$  è definita come il potenziale del nodo S2 meno il potenziale del nodo B.

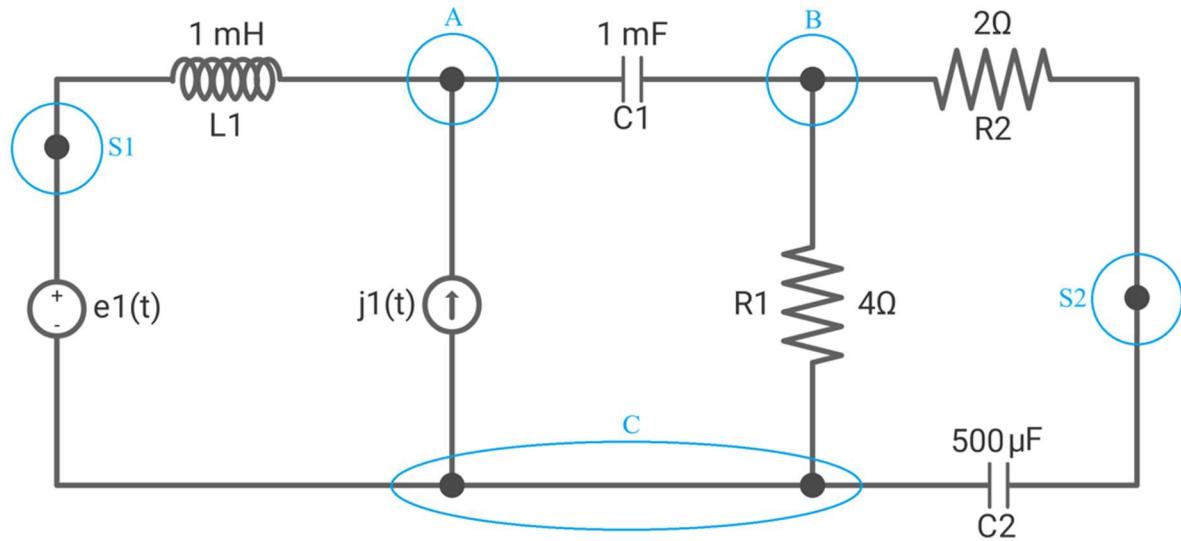
Calcolare, nel dominio del tempo, l'espressione analitica della tensione ai capi di  $C_1$ ,  $v_{C_1}(t)$ . Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

## SOLUZIONE:

$$v_C(t) = 12 \cdot \sin(1000t) \text{ V}$$

# 30 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j_1(t)$ , con valore  $10 \cdot \sin(250t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo B ed il nodo S2 è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo S2 ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_2$ , valore 500 micro Farad;
- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $40 \cdot \cos(250t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry.

Risolvere la rete calcolando i fasori delle tensioni e delle correnti di tutti i componenti del circuito utilizzando il solo metodo dei potenziali nodali. Assumere il nodo C come nodo a potenziale 0,  $V_C = 0$ , ed esplicitare il valore del potenziale elettrico dei nodi A e B,  $V_A$  e  $V_B$ . Esprimere tutti risultati richiesti in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

## SOLUZIONE:

$$V_A = 43,19 - 2,91j \text{ V}$$

$$V_B = 29,34 + 0,37j \text{ V}$$

$$V_{C1} = 13,85 - 3,28j \text{ V}$$

$$I_{C1} = 0,82 + 3,46j \text{ A}$$

$$V_{R1} = 43,19 - 2,91j \text{ V}$$

$$I_{R1} = 10,8 - 0,73j \text{ A}$$

$$V_{j1} = 43,19 - 2,91j \text{ V}$$

$$I_{j1} = 0 - 10j \text{ A}$$

$$V_{E1} = 10 + 0j \text{ V}$$

$$I_{E1} = 11,64 + 12,76j \text{ A}$$

$$V_{R2} = 1,64 + 6,92 \text{ V}$$

$$I_{R2} = 0,82 + 3,46 \text{ A}$$

$$V_{C2} = -26,04 + 0,36j \text{ V}$$

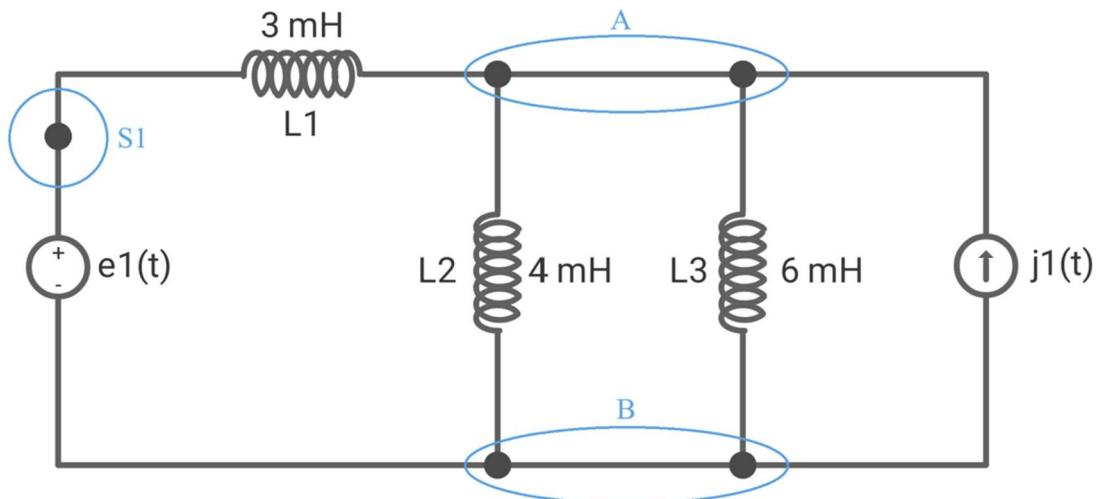
$$I_{C2} = 0,82 + 3,46 \text{ A}$$

$$V_{L1} = 3,19 - 2,91j \text{ V}$$

$$I_{L1} = -11,64 - 12,76j \text{ A}$$

# 18 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L_2$ , valore 4 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L_3$ , valore 6 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j_1(t)$ , con valore  $18 \cdot \sin(1000t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 3 milli Henry;
- tra il nodo S1 ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $81 \cdot \cos(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1.

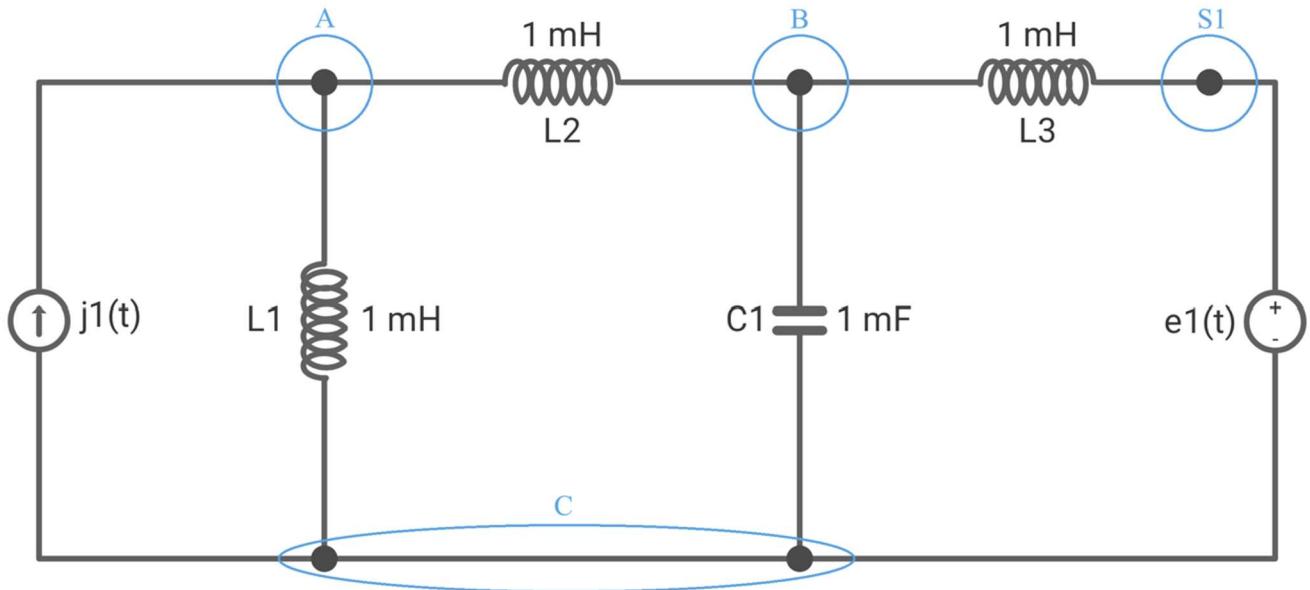
Calcolare la potenza complessa erogata dal generatore  $e_1(t)$ . Esprimere il risultato in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

## SOLUZIONE:

$$P_{e_1(t)} = 238,5j$$

# 19 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j1(t)$ , con valore  $10\sin(1000t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un induttore ideale  $L1$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un induttore ideale  $L2$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo B ed il nodo S1 è presente un induttore ideale  $L3$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo S1 ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e1(t)$ , con valore  $40\cos(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1.

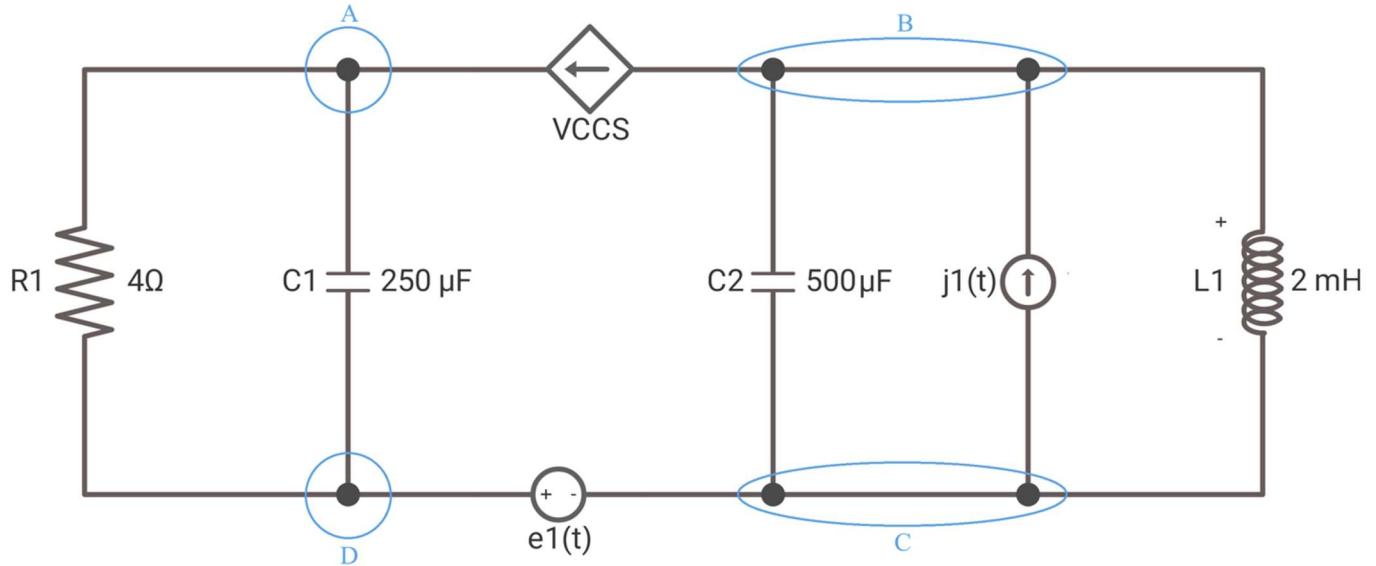
Calcolare la potenza complessa erogata dal generatore  $e1(t)$ . Esprimere il risultato in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

## SOLUZIONE:

$$P_{e1(t)} = -1000j$$

# 16 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo D è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 500 micro Farad;
- tra il nodo D ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $50 \cos(2000t)$  V. Il terminale positivo è connesso al nodo D;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_2$ , valore 250 micro Farad;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j_1(t)$ , con valore  $10 \sin(2000t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo B;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 2 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore di corrente pilotato in tensione, VCCS (Voltage Controlled Current Source), con guadagno 3, controllato dalla tensione  $V_{L1}$  (misurata ai capi di  $L_1$ ). Eroga corrente verso il nodo A.

Vista la presenza del VCCS, si rende noto che la tensione di controllo  $V_{L1}$ , misurata ai capi di  $L_1$ , ha riferimento positivo (+) al nodo B e negativo (-) al nodo C.

Calcolare la potenza complessa sul resistore  $R_1$  e sull'induttore  $L_1$ . Esprimere il risultato in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

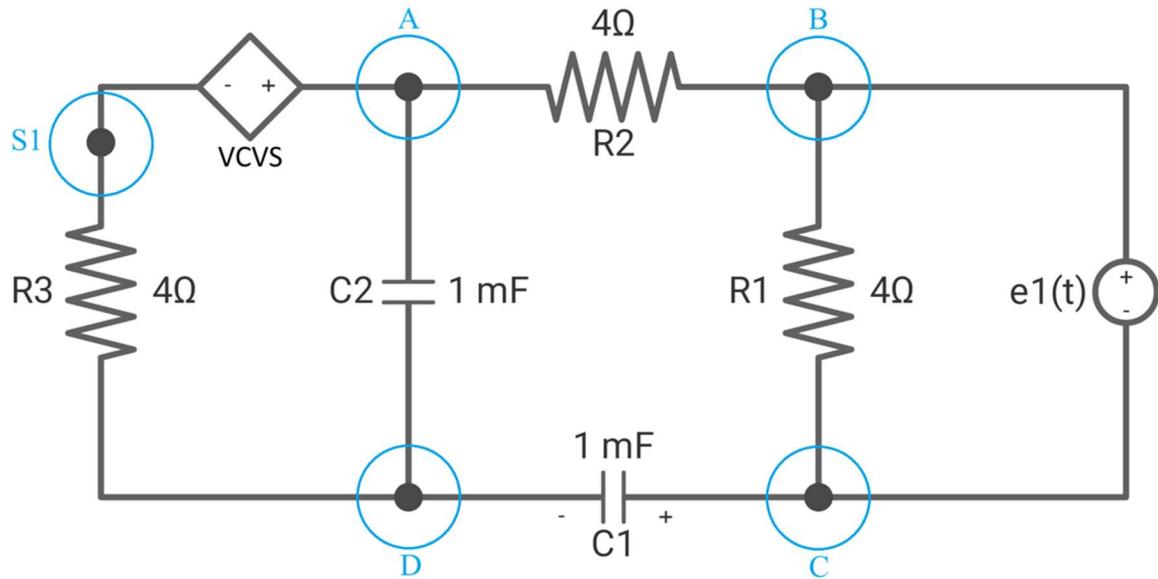
## SOLUZIONE:

$$P_{R1} = 640/17 \text{ W}$$

$$P_{L1} = 200j/153$$

# 29 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $50 \cdot \cos(2000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo B;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_2$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo D ed il nodo S1 è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un generatore ideale di tensione pilotato in tensione, VCVS (Voltage Controlled Voltage Source), con guadagno 2, controllato dalla tensione  $VC_1$  ( $2 \cdot VC_1$ ). Il terminale positivo è connesso al nodo A ed il terminale negativo è connesso al nodo S1.

Vista la presenza del VCVS, si rende noto che la tensione di controllo  $VC_1$ , misurata ai capi del condensatore  $C_1$ , ha riferimento positivo (+) al nodo C e negativo (-) al nodo D.

Considerando il resistore  $R_2$  come parte integrante della rete (e non come carico), calcolare il circuito equivalente di Norton visto dai nodi A e B. Esprimere i risultati del fasore del generatore di Norton,  $I_{NO}$ , e dell'impedenza equivalente,  $Z_{EQ}$ , in forma algebrica (parte reale + parte immaginaria).

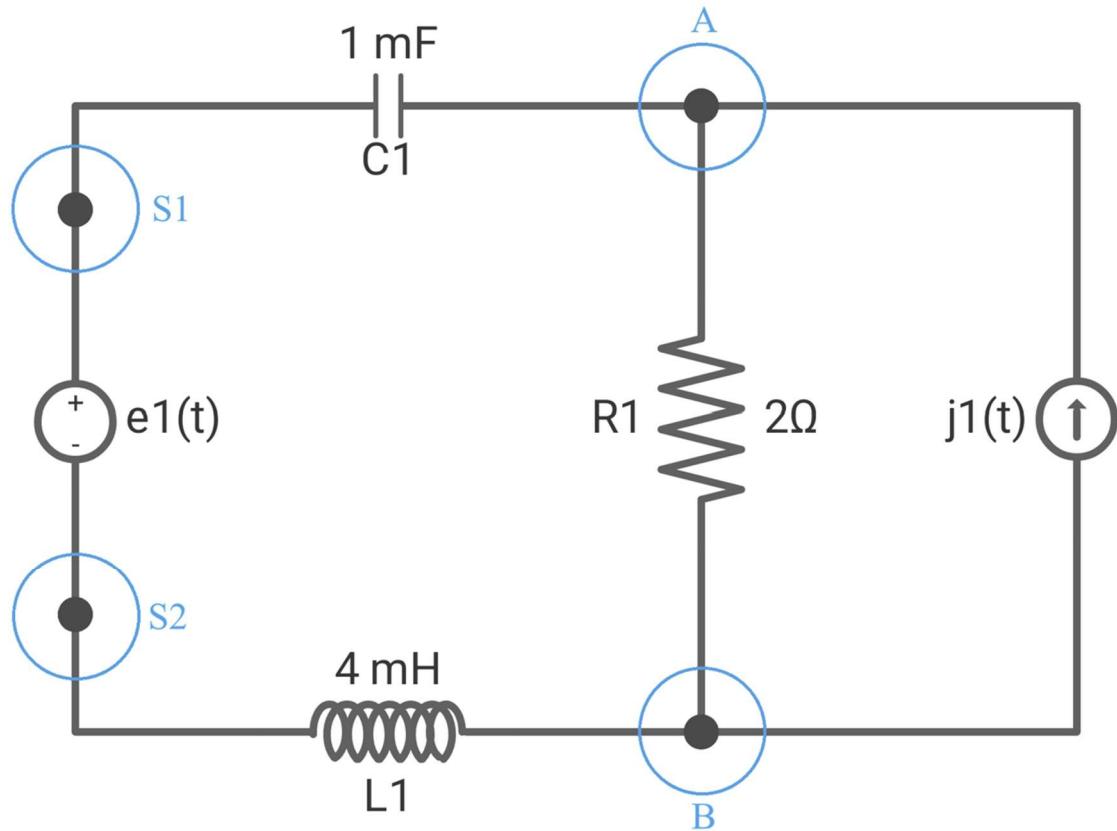
## SOLUZIONE:

$$I_{NO} = (-2400/257) - (12700/257)j$$

$$Z_{EQ} = (1796/4801) - (4064/4801)j$$

# 20 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di corrente, j1(t), con valore  $8\sin(1000t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un condensatore ideale C1, valore 1 milli Farad;
- tra il nodo S1 ed il nodo S2 è presente un generatore indipendente ideale di tensione, e1(t), con valore  $80\cos(500t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un induttore ideale L1, valore 4 milli Henry.

Calcolare: 1) la potenza istantanea assorbita da R1; 2) la potenza istantanea erogata da j1(t). Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

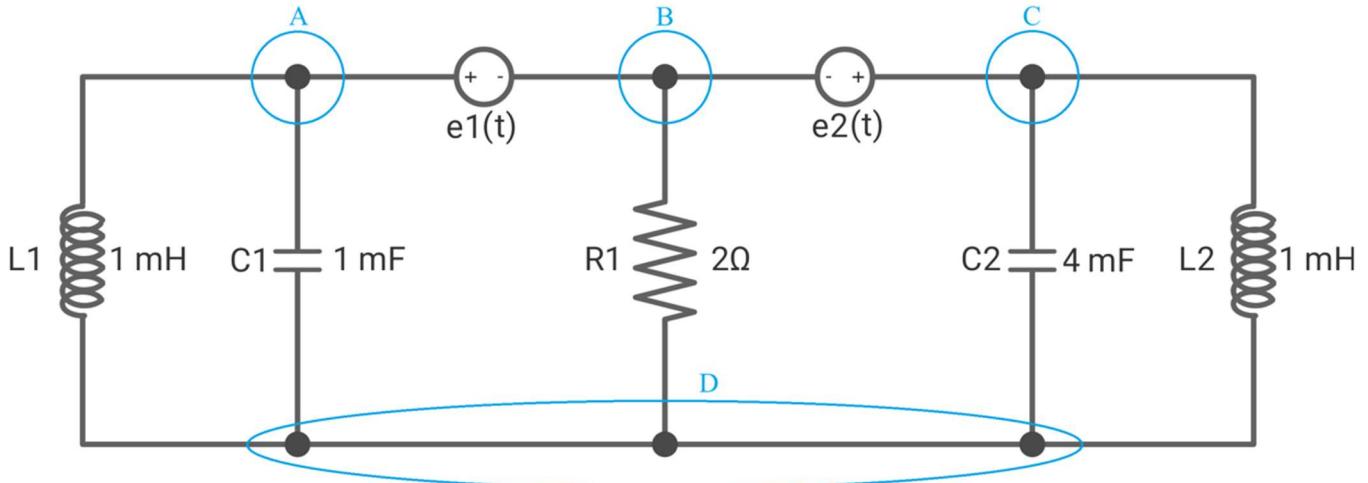
## SOLUZIONE:

$$P_R = 2 * (40 \cos(500t) + 6,65 \sin(1000t + 0,58))^2 \text{ W}$$

$$P_{j(t)} = 8 \sin(1000t) * (80 \cos(500t) + 13,3 \sin(1000t + 0,58)) \text{ W}$$

# 24 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $80 \cos(500t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_2(t)$ , con valore  $40 \cos(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo C;
- tra il nodo A ed il nodo D è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_2$ , valore 4 milli Farad;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un induttore ideale  $L_2$ , valore 1 milli Henry.

Calcolare:

- 1) l'espressione analitica della potenza istantanea erogata dal generatore  $e_1(t)$  esprimendo l'angolo di fase esclusivamente in radianti;
- 2) il valore della potenza media assorbita da  $L_1$ ;
- 3) il valore della potenza media assorbita da  $R_1$ .

## SOLUZIONE:

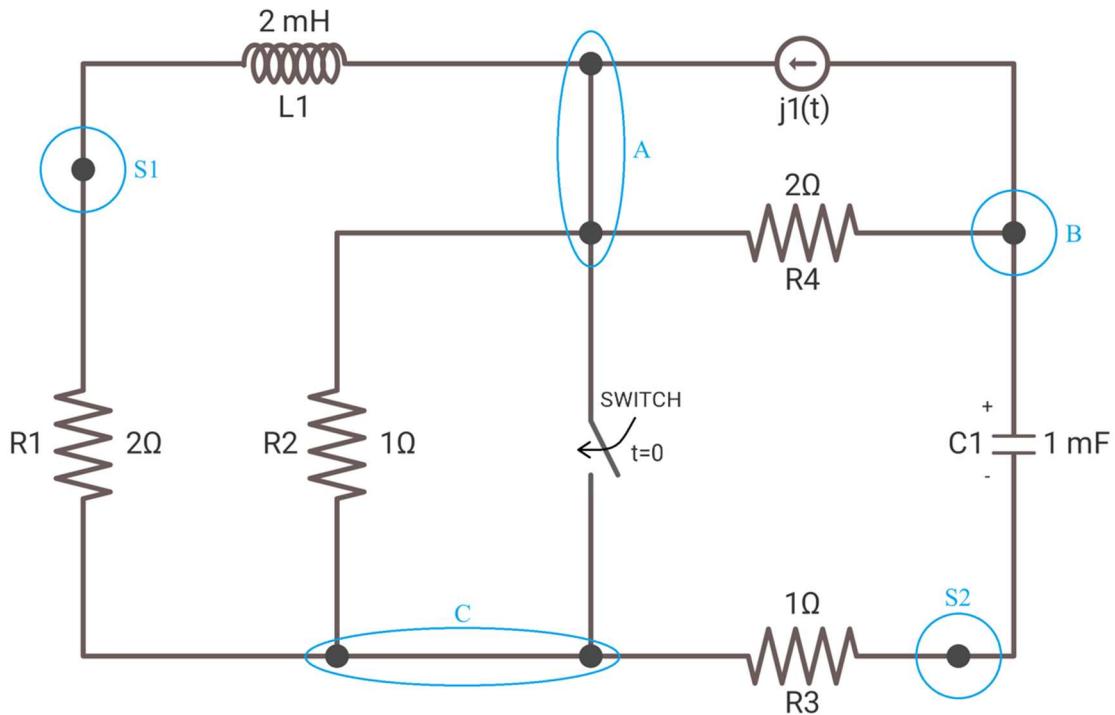
$$P_{e_1(t)} = 3032 \cos(500t - 0,32) \cos(500t) W$$

$$P_{L1} = 0$$

$$P_{R1} = 1,44 \cdot 10^6 \int [0,T] \cos^2(500t - 0,32) dt + 0,389 \int [0,T] \cos^2(500t + 0,16) dt = 3,6 \cdot 10^8 W$$

# 17 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j_1(t)$ , con valore  $40 \cos(500t)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo A;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_4$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 1 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo C è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo C ed il nodo S2 è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 1 Ohm;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 2 milli Henry;
- tra il nodo S1 ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude nell'istante  $t = 0$ . La tensione  $v_{C1}(t)$  è definita come il potenziale del nodo S2 meno il potenziale del nodo B.

Calcolare l'espressione analitica della tensione ai capi del condensatore  $C_1$ ,  $v_{C1}(t)$ , per ogni istante di tempo. Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

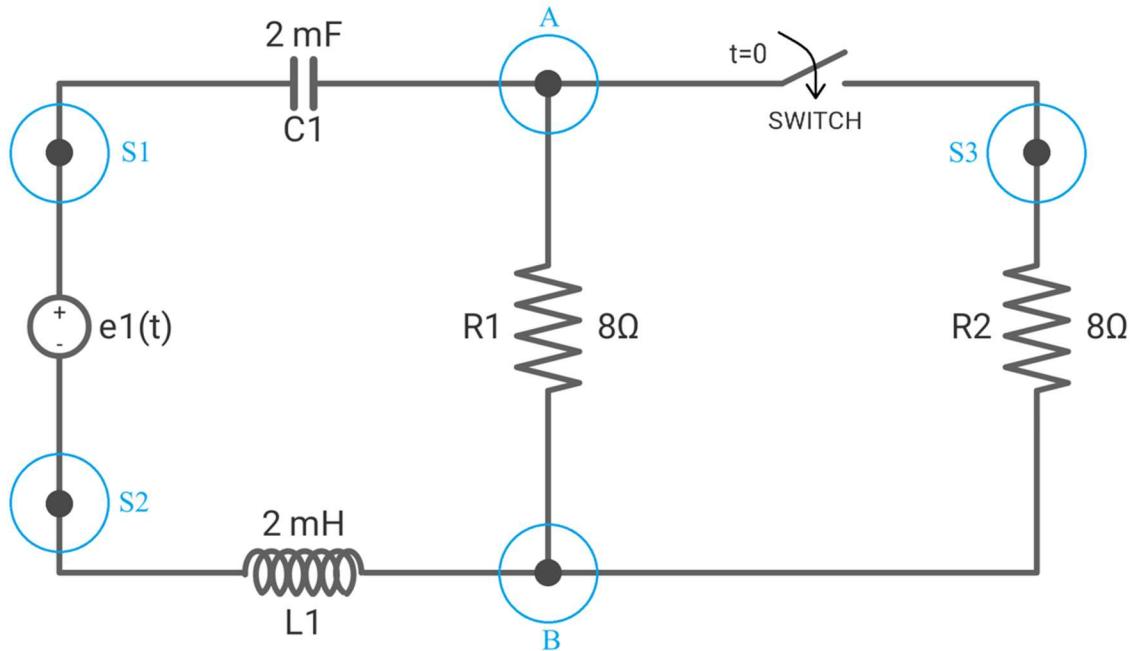
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad v_{C1}(t) = 38,46 \cos(500t - 1,09) \text{ V}$$

$$t \geq 0: \quad v_{C1}(t) = -6,93 e^{-333,3t} + 44,37 \cos(500t - 0,98) \text{ V}$$

# 23 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale R1, valore 8 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo S2 è presente un induttore ideale L1, valore 2 milli Henry;
- tra il nodo S2 ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione, e1(t), con valore  $160 \cdot \cos(500t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un condensatore ideale C1, valore 2 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo S3 è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo S3 ed il nodo B è presente un resistore ideale R2, valore 8 Ohm.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude nell'istante  $t = 0$ .

Calcolare l'espressione analitica e il verso della corrente che scorre nell'induttore L1,  $iL(t)$ , per ogni istante di tempo. Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

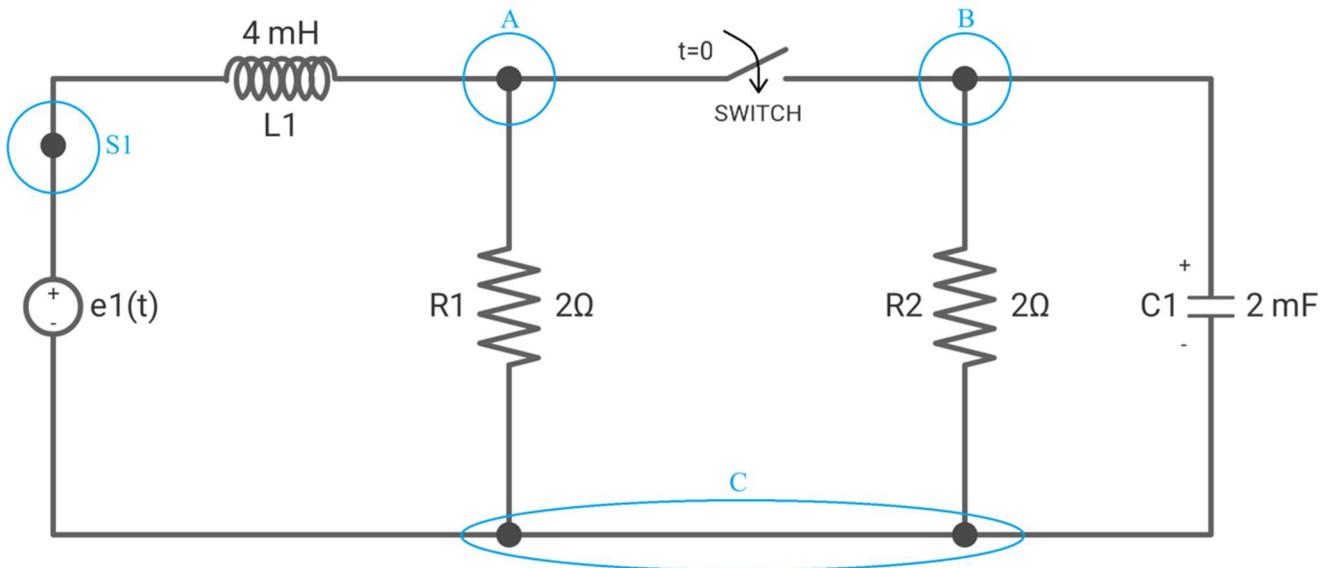
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad iL(t) = 20 \cdot \cos(500t) \text{ A}$$

$$t \geq 0: \quad iL(t) = -21,55 \cdot e^{-1866t} + 1,55 \cdot e^{-134t} + 40 \cos(500t) \text{ A}$$

# 25 lab

CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $60 \cdot \sin(500t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 4 milli Henry;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 2 milli Farad.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude nell'istante  $t = 0$ . La tensione  $v_{C1}(t)$  è definita come il potenziale del nodo B meno il potenziale del nodo C.

Calcolare l'espressione analitica della tensione ai capi del condensatore  $C_1$ ,  $v_{C1}(t)$ , per ogni istante di tempo.  
Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

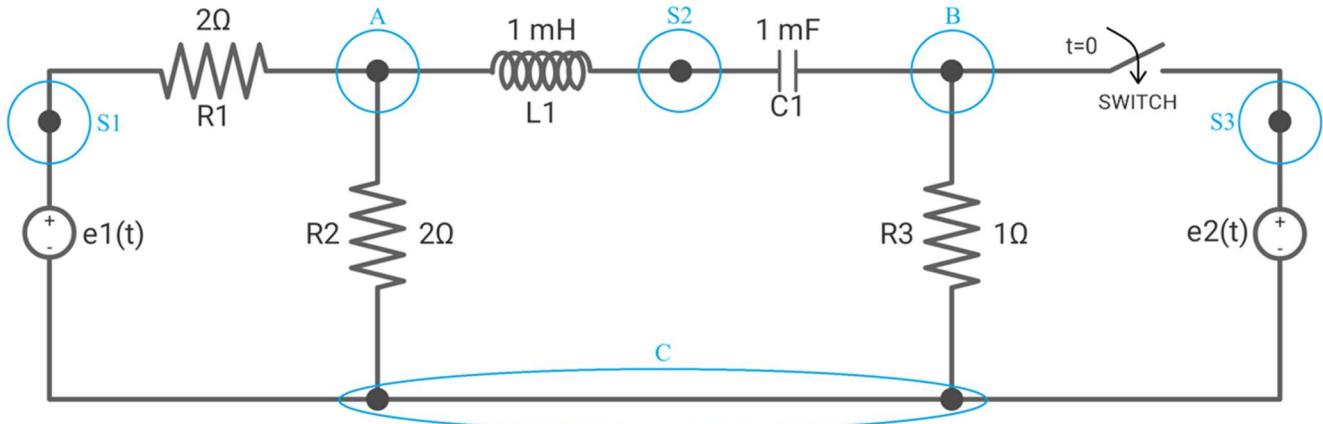
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad v_{C1}(t) = 0 \text{ V}$$

$$t \geq 0: \quad v_{C1}(t) = e^{(-250t)} \cdot [-29,45 \cdot \sin(250t) - 23,9 \cdot \cos(250t)] + 26,83 \cdot \sin(500t + 4,24) \text{ V}$$

# 27 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore  $2 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore  $1 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore  $2 \text{ Ohm}$ ;
- tra il nodo S1 ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $80 \cdot \sin(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S1;
- tra il nodo A ed il nodo S2 è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore  $1 \text{ milli Henry}$ ;
- tra il nodo S2 ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore  $1 \text{ milli Farad}$ ;
- tra il nodo B ed il nodo S3 è presente un interruttore, SWITCH, inizialmente aperto;
- tra il nodo S3 ed il nodo C è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_2(t)$ , con valore  $40 \cdot \sin(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo S3.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. L'interruttore (SWITCH) si chiude all'istante  $t = 0$ .

Calcolare l'espressione analitica e il verso della corrente che scorre nell'induttore  $L_1$ ,  $i_{L1}(t)$ , per ogni istante di tempo. Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

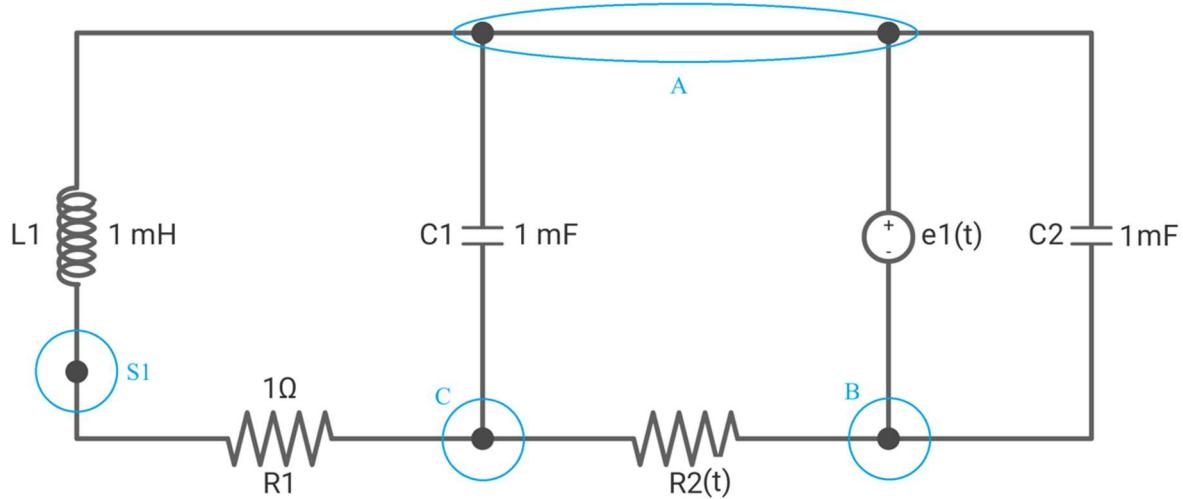
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad i_{L1}(t) = 20 \cdot \sin(1000t) \text{ A}$$

$$t > 0: \quad i_{L1}(t) = e^{(-500t)} \cdot 23 \sin(866t) \text{ A}$$

# 28 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo C è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un condensatore ideale  $C_2$ , valore 1 milli Farad;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_2(t)$ ;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un generatore indipendente ideale di tensione,  $e_1(t)$ , con valore  $30 \cdot \sin(1000t)$  Volt. Il terminale positivo è connesso al nodo A;
- tra il nodo C ed il nodo S1 è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 1 Ohm;
- tra il nodo S1 ed il nodo A è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 1 milli Henry.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. Il valore di  $R_2$  è così definito: per  $t < 0$ ,  $R_2 = 1$  Ohm; per  $t \geq 0$ ,  $R_2 = 4$  Ohm.

Calcolare l'espressione analitica e il verso della corrente che scorre nel resistore  $R_1$ ,  $i_{R1}(t)$ , per ogni istante di tempo. Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

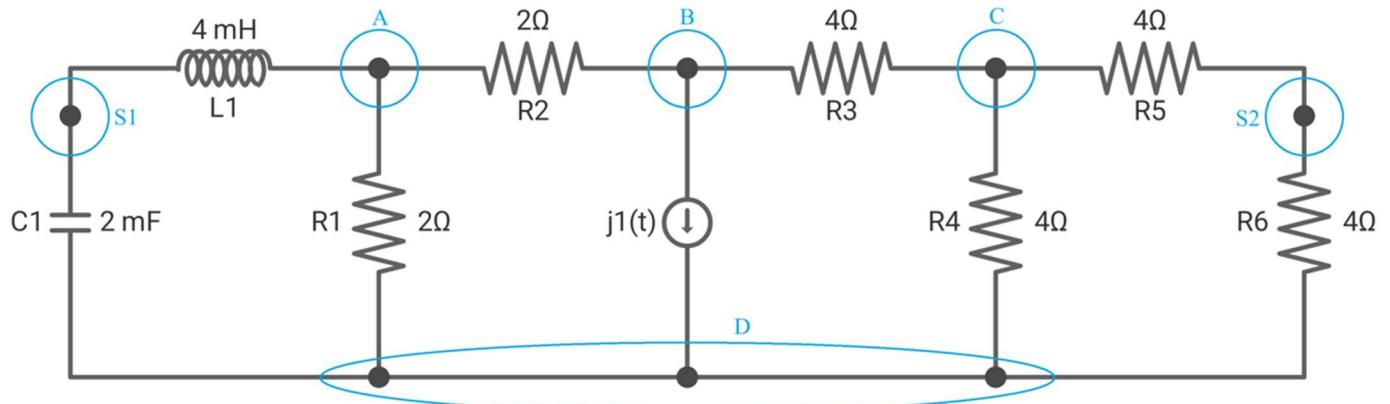
## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad i_{R1}(t) = 6 \cdot \sin(1000t) - 12 \cdot \cos(1000t) \text{ A}$$

$$t \geq 0: \quad i_{R1}(t) = [(15/13) \cdot \sin(1000t) - (75/13) \cdot \cos(1000t)] + e^{-625t} \cdot [(-81/13) \cdot \cos(927t) + 1,03 \cdot \sin(927t)] \text{ A}$$

# 26 lab

## CCT



## PROMPT

Agisci come un esperto in Elettrotecnica risolvendo il seguente esercizio passo dopo passo.

Descrizione topologica del circuito:

- tra il nodo A ed il nodo D è presente un resistore ideale  $R_1$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo A ed il nodo B è presente un resistore ideale  $R_2$ , valore 2 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo C è presente un resistore ideale  $R_3$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo D è presente un resistore ideale  $R_4$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo C ed il nodo S2 è presente un resistore ideale  $R_5$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo S2 ed il nodo D è presente un resistore ideale  $R_6$ , valore 4 Ohm;
- tra il nodo B ed il nodo D è presente un generatore indipendente ideale di corrente,  $j_1(t)$ , con valore  $X \cos(500t + \pi/3)$  Ampere. Eroga corrente verso il nodo D;
- tra il nodo A ed il nodo S1 è presente un induttore ideale  $L_1$ , valore 4 milli Henry;
- tra il nodo S1 ed il nodo D è presente un condensatore ideale  $C_1$ , valore 2 milli Farad.

Si assume che la rete sia a regime sinusoidale da un tempo infinito. La variabile X, che rappresenta l'ampiezza della sinusoide generata da  $j_1(t)$ , è così definita: per  $t < 0$ ,  $X = 12$  Ampere; per  $t \geq 0$ ,  $X = 16$  Ampere.

Calcolare l'espressione analitica dell'energia immagazzinata dall'induttore,  $WL_1(t)$ , per ogni istante di tempo. Esprimere l'angolo di fase esclusivamente in radianti.

## SOLUZIONE:

$$t < 0: \quad WL_1(t) = 0,002 * [7,86 * \cos(500t - 0,55)]^2 J$$

$$t \geq 0: \quad WL_1(t) = 0,002 * [(e^{-(-203,1t)} * (0,38 * \sin(2,89t) - 2,23 * \cos(289t)) + 10,48 * \cos(500t - 0,55))]^2 J$$