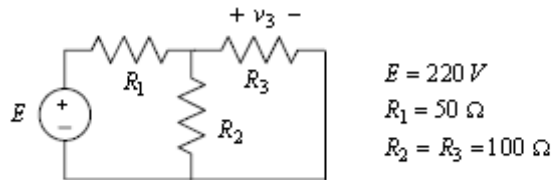


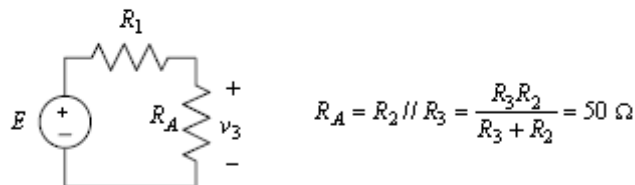
Esercizi in regime stazionario

1. Partitori.

ES 1.7 - Calcolare la tensione v_3 usando il partitore di tensione.



Il partitore di tensione si applica a due resistori in serie, quindi occorre preliminarmente ricondursi alla rete equivalente seguente:



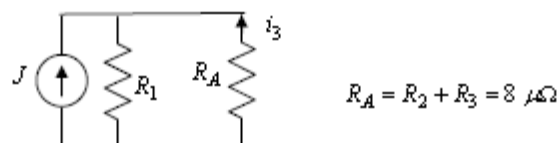
Applicando ora il partitore di tensione si ha:

$$v_3 = E \frac{R_A}{R_A + R_1} = 110\text{ V}.$$

ES 1.8 - Calcolare la corrente i_3 usando il partitore di corrente.



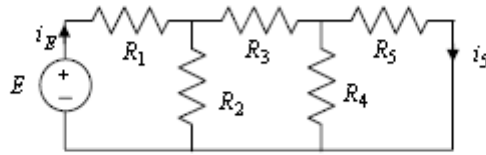
Il partitore di corrente si applica a due resistori in parallelo, quindi occorre riferirsi alla rete equivalente seguente:



Applicando ora il partitore di corrente si ha (tenuto conto dei versi):

$$i_3 = -J \frac{R_1}{R_A + R_1} = -3.84\text{ mA}.$$

ES. 1.9 - Calcolare la potenza erogata dal generatore E e quella assorbita dal resistore R_5



$$E = 10 \text{ V}$$

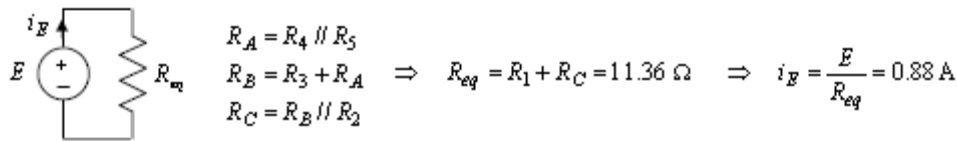
$$R_1 = 10 \, \Omega \quad R_2 = 2 \, \Omega$$

$$R_3 = 3 \, \Omega \quad R_4 = 5 \, \Omega \quad R_5 = 2 \, \Omega$$

Scegliendo le correnti come in figura, le potenze richieste sono date da:

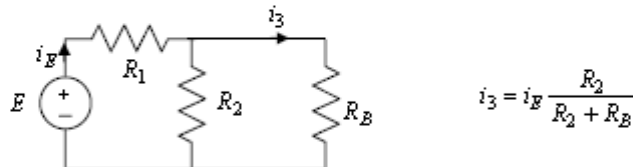
$$P_E^{erg} = E i_E, \quad P_{R_5} = R_5 i_5^2.$$

La i_E si valuta a partire dal calcolo della resistenza equivalente vista ai capi del generatore:



da cui si ricava: $P_E^{erg} = 8.80 \text{ W}$.

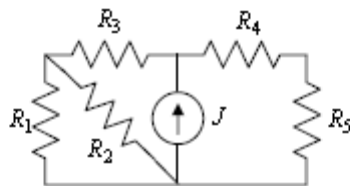
Nota la corrente i_E , si può ricavare la i_5 applicando due volte il partitore di corrente. Dapprima ricaviamo i_3 dalla rete equivalente seguente



quindi ricaviamo i_5 ripartendo i_3 tra i resistori R_4 ed R_5 :

$$i_5 = i_3 \frac{R_4}{R_4 + R_5} = 0.19 \text{ A} \Rightarrow P_{R_5} = 72.20 \text{ mW}.$$

ES. 1.10 - Calcolare la potenza erogata dal generatore J e quella assorbita dal resistore R_1 .



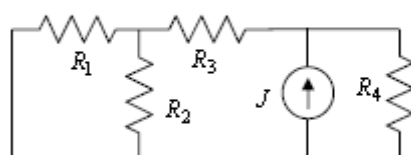
$$J = 5 \text{ A}$$

$$R_1 = R_4 = 5 \, \Omega \quad R_2 = 3 \, \Omega$$

$$R_3 = R_5 = 2 \, \Omega$$

Risultato: $P_J^{erg} = 62.25 \text{ W}$, $P_{R_1} = 7.25 \text{ W}$.

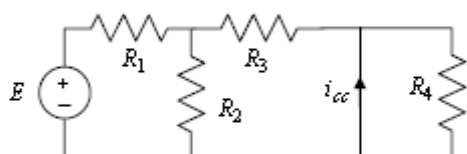
ES. 1.11 - Calcolare la potenza erogata dal generatore e quella assorbita da ogni resistore. Verificare la conservazione delle potenze.



$$\begin{aligned} J &= 10 \text{ A} \\ R_1 &= 2 \, \Omega \quad R_2 = 10 \, \Omega \\ R_3 &= 20 \, \Omega \quad R_4 = 15 \, \Omega \end{aligned}$$

Risultato: $P_J^{\text{erog}} = 0.886 \text{ kW}$, $P_{R_1} = 0.023 \text{ kW}$, $P_{R_2} = 0.004 \text{ kW}$, $P_{R_3} = 0.335 \text{ kW}$, $P_{R_4} = 0.524 \text{ kW}$.

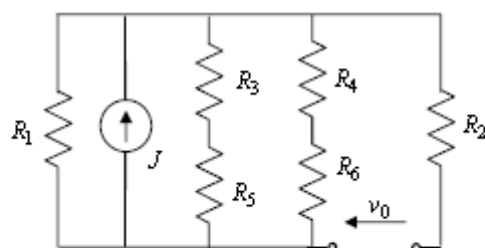
ES. 1.12 - Calcolare la corrente i_{cc} che circola nel corto-circuito.



$$\begin{aligned} E &= 220 \text{ V} \\ R_1 &= 10 \, \Omega \quad R_2 = 0.1 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 25 \, \Omega \quad R_4 = 2 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Risultato: $i_{cc} = -5.87 \text{ A}$.

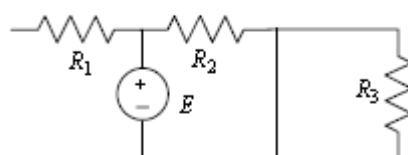
ES. 1.13 - Calcolare la tensione v_0 sul circuito aperto in figura.



$$\begin{aligned} J_1 &= 1 \text{ A} \\ R_1 &= 10 \, \Omega \quad R_2 = 10 \, \Omega \\ R_3 &= 15 \, \Omega \quad R_4 = 5 \, \Omega \\ R_5 &= 30 \, \Omega \quad R_6 = 25 \, \Omega \end{aligned}$$

Risultato: $v_0 = -6.43 \text{ V}$.

ES. 1.14 - Valutare la potenza assorbita dai resistori della rete in figura.

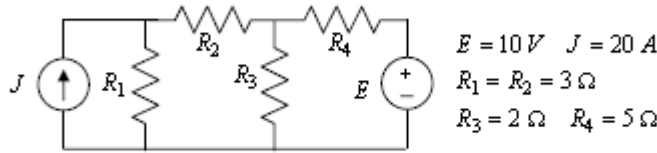


$$\begin{aligned} E &= 10 \text{ V} \\ R_1 &= 10 \, \Omega \quad R_2 = 1 \, \Omega \\ R_3 &= 100 \, \Omega \end{aligned}$$

Risultato: $P_{R_1} = P_{R_2} = 0$, $P_{R_3} = 100 \text{ W}$.

2. Sovrapposizione degli effetti.

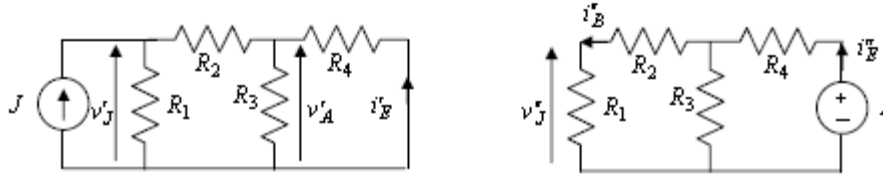
ES. 2.1 - Calcolare la potenza totale erogata dai generatori.



Adottando la convenzione del generatore sui due generatori della rete, la potenza erogata da ciascuno di essi sarà data da:

$$P_E^{erog} = E i_E, \quad P_J^{erog} = J v_J.$$

La tensione v_J e la corrente i_E si possono valutare applicando la sovrapposizione degli effetti, risolvendo i due circuiti ausiliari ottenuti considerando un solo generatore acceso:



Con riferimento al primo circuito ausiliario, il contributo v_J' è ottenuto valutando la resistenza equivalente vista dal generatore:

$$R_{eqJ} = (R_3 \parallel R_4 + R_2) \parallel R_1 = 1.79 \, \Omega \Rightarrow v_J' = R_{eqJ} J = 35.80 \text{ V}.$$

Per valutare i_E' si può utilizzare la tensione v_A' sul parallelo $R_A = R_3 \parallel R_4$:

$$v_A' = v_J' \frac{R_A}{R_2 + R_A} \Rightarrow i_E' = -\frac{v_A'}{R_4} = -2.31 \text{ A}$$

(nell'ultimo passaggio si è tenuto conto della convenzione adottata su R_4). Nel secondo circuito ausiliario, il contributo i_E'' è ottenuto valutando la resistenza equivalente vista dal generatore:

$$R_{eqE} = (R_1 + R_2) \parallel R_3 + R_4 = 6.50 \, \Omega \Rightarrow i_E'' = E / R_{eqE} = 1.54 \text{ A}.$$

Per valutare v_J'' è utile passare attraverso il calcolo della corrente i_B'' della serie $R_B = R_1 + R_2$:

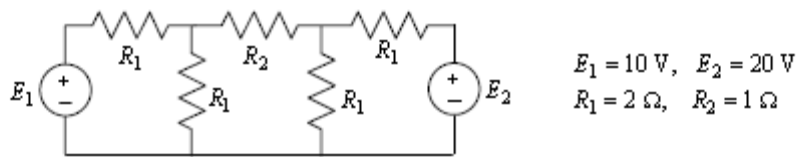
$$i_B'' = i_E'' \frac{R_3}{R_B + R_3} \Rightarrow v_J'' = R_1 i_B'' = 1.14 \text{ V}.$$

Se ne conclude che:

$$P_E^{erog} = E i_E = E (i_E' + i_E'') = -7.70 \text{ W}, \quad P_J^{erog} = J v_J = J (v_J' + v_J'') = 0.74 \text{ kW}.$$

(Si osservi che in questa rete il generatore di tensione sta assorbendo potenza elettrica positiva).

ES. 2.2 - Calcolare la potenza totale erogata dai generatori

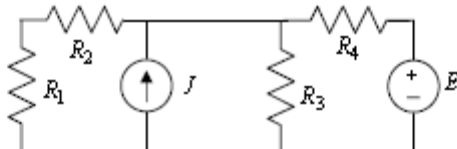


$$E_1 = 10 \text{ V}, \quad E_2 = 20 \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \, \Omega, \quad R_2 = 1 \, \Omega$$

Risultato: $P_{E_1}^{\text{erog}} = 16.67 \text{ W}$, $P_{E_2}^{\text{erog}} = 0.12 \text{ kW}$.

ES. 2.3 - Calcolare la potenza totale erogata dai generatori



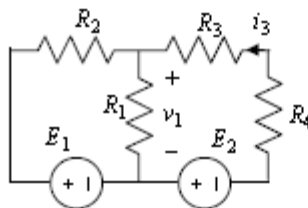
$$E = 50 \text{ V} \quad J = 20 \text{ A}$$

$$R_1 = 1 \, \Omega \quad R_2 = 5 \, \Omega$$

$$R_3 = R_4 = 10 \, \Omega$$

Risultato: $P_E^{\text{erog}} = -0.09 \text{ kW}$, $P_J^{\text{erog}} = 1.36 \text{ kW}$.

ES. 2.4 - Calcolare la tensione v_1 e la corrente i_3 .

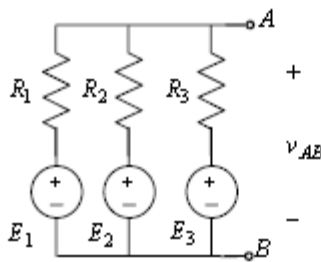


$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2 \, \Omega$$

$$E_1 = 5 \text{ V}, \quad E_2 = 2 \text{ V}$$

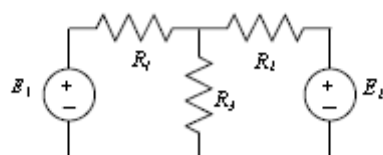
Risultato: $v_1 = 1.60 \text{ V}$, $i_3 = -0.90 \text{ A}$.

ES. 2.5 - Utilizzando la sovrapposizione degli effetti, dimostrare la Formula di Millmann.



$$v_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

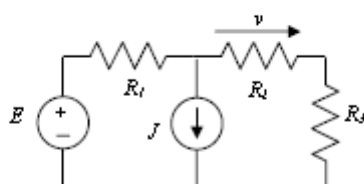
ES. 2.6 - Determinare la potenza erogata dal generatore E_1 .



$$E_1 = 5 \text{ V}, E_2 = 12 \text{ V}, \\ R_1 = 3.5 \, \Omega, R_2 = 2.3 \, \Omega, R_3 = 3.2 \, \Omega.$$

Risultato: $P_{E_1}^{\text{erog}} = -2.05 \text{ W}$.

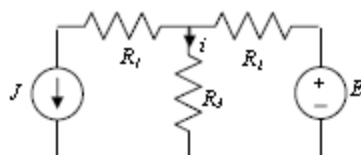
ES. 2.7 - Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare la tensione v .



$$E = 5 \text{ V}, J = 2 \text{ mA} \\ R_1 = 3 \text{ k}\Omega, R_2 = 2.4 \text{ k}\Omega, R_3 = 3.2 \text{ k}\Omega$$

Risultato: $v = -0.32 \text{ V}$.

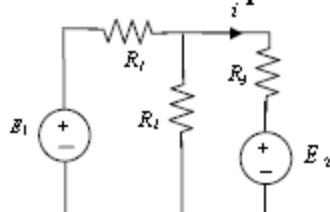
ES. 2.8 - Utilizzando il principio di sovrapposizione degli effetti, determinare la corrente i e la potenza assorbita da R_3



$$E = 10 \text{ V}, J = 1 \text{ mA} \\ R_1 = 3.2 \text{ k}\Omega, R_2 = 2.2 \text{ k}\Omega, R_3 = 3.5 \text{ k}\Omega$$

Risultato: $i = 1.37 \text{ mA}, P = 6.57 \text{ mW}$.

ES. 2.9 - Valutare la corrente i e la potenza erogata dal generatore E_1 .

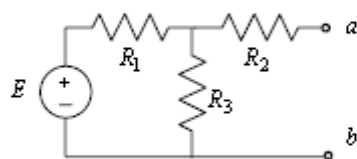


$$E_1 = 10 \text{ V}, E_2 = 20 \text{ V} \\ R_1 = 5 \, \Omega, R_2 = 20 \, \Omega, R_3 = 10 \, \Omega$$

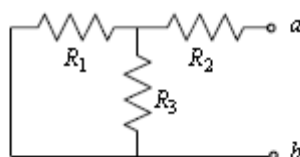
Risultato: $i = -0.86 \text{ A}, P_{E_1}^{\text{erog}} = -2.86 \text{ W}$.

3. Generatori equivalenti di Thévenin e di Norton.

ES. 3.1 - Calcolare l'equivalente di Thévenin visto ai capi dei morsetti a-b.



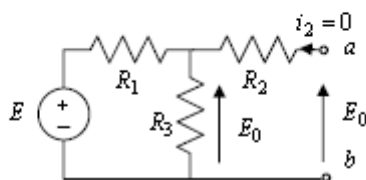
La resistenza equivalente si ottiene spegnendo l'unico generatore, quindi studiando la rete seguente



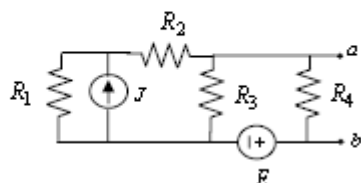
$$R_{eq} = R_2 + R_1 \parallel R_3 = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}.$$

La tensione a vuoto E_0 si ottiene valutando la tensione tra i morsetti aperti. Tenuto conto che in queste condizioni non circola corrente sul resistore R_2 è evidente che la E_0 è anche la tensione su R_3 . Poiché R_1 ed R_3 sono in serie, la tensione E_0 si può ricavare da un semplice partitore di tensione:

$$E_0 = E \frac{R_3}{R_1 + R_3}.$$



ES. 3.2 - Calcolare l'equivalente di Norton visto ai capi dei morsetti a-b.



$$\begin{aligned} J &= 20 \text{ A} & E &= 10 \text{ V} \\ R_1 &= R_2 = 2 \Omega \\ R_3 &= R_4 = 4 \Omega \end{aligned}$$

La resistenza equivalente si ottiene spegnendo i generatori:

$$R_{eq} = R_4 \parallel [R_3 \parallel (R_1 + R_2)] = 1.33 \Omega$$

La corrente I_{cc} è la corrente che circola da a a b quando i due morsetti sono in corto-circuito. Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, il contributo I_{cc} dovuto al solo generatore di corrente si valuta sostituendo il generatore di tensione con un corto-circuito e applicando la formula del partitore di corrente:

$$I_{cc} = J \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 10 \text{ A}$$

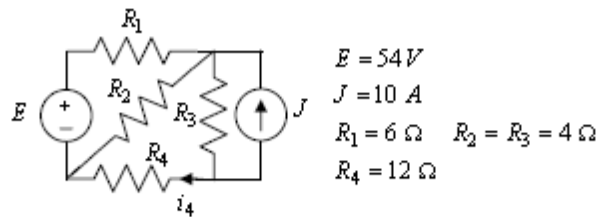
(si noti che R_3 ed R_4 sono cortocircuitate). Il contributo I_{cc} dovuto al generatore di tensione si valuta sostituendo il generatore di corrente con un circuito aperto. In questo circuito I_{cc} è proprio la corrente che circola nel generatore di tensione (si noti che su tale generatore è fatta la convenzione dell'utilizzatore):

$$I_{cc} = -\frac{E}{R_E} = -5 \text{ A},$$

dove $R_E = (R_1 + R_2) \parallel R_3 = 2 \Omega$. Pertanto la I_{cc} sarà

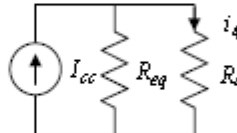
$$I_{cc} = I_{cc}' + I_{cc}'' = 5 \text{ A}.$$

ES. 3.3 - Utilizzando l'equivalente di Norton calcolare la corrente che circola in R_4 .

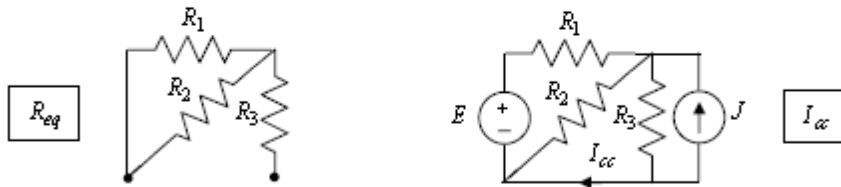


Riducendo la rete vista ai capi di R_4 con il teorema di Norton, si ottiene la rete seguente, dalla quale si evince che

$$i_4 = I_{cc} \frac{R_{eq}}{R_{eq} + R_4}.$$



I circuiti per valutare i parametri di Norton sono riportati di seguito:



Si avrà allora

$$R_{eq} = R_1 // R_2 + R_3 = 6.40\Omega.$$

La corrente I_{cc} si può valutare applicando il principio di sovrapposizione degli effetti. Il contributo I'_{cc} dovuto al solo generatore di corrente si valuta sostituendo il generatore di tensione con un corto-circuito e applicando la formula del partitore di corrente:

$$I'_{cc} = -J \frac{R_3}{R_3 + (R_1 // R_2)} = -6.250A$$

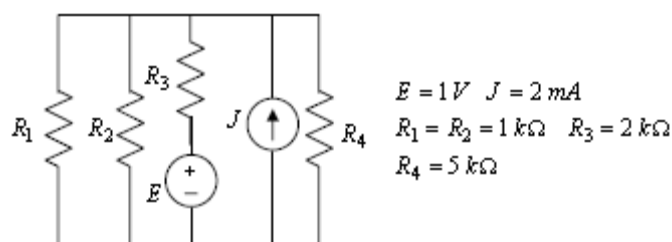
Il contributo I''_{cc} dovuto al generatore di tensione si valuta sostituendo il generatore di corrente con un circuito aperto. Applicando il partitore di tensione si può ricavare la tensione sul parallelo $R_p = R_2 // R_3$ e quindi ricavare la corrente richiesta (che circola in R_3).

$$v_p'' = E \frac{R_p}{R_1 + R_p} \Rightarrow I''_{cc} = \frac{v_p''}{R_3} = 3.375A.$$

Si ottiene in definitiva

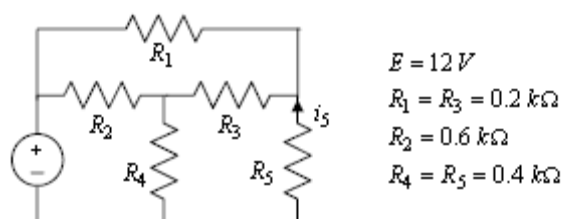
$$I_{cc} = I'_{cc} + I''_{cc} = -2.875A \quad \Rightarrow \quad i_4 = -1.000A.$$

ES. 3.4 - Utilizzando il teorema di Thévenin calcolare la potenza assorbita dal resistore R_2 .



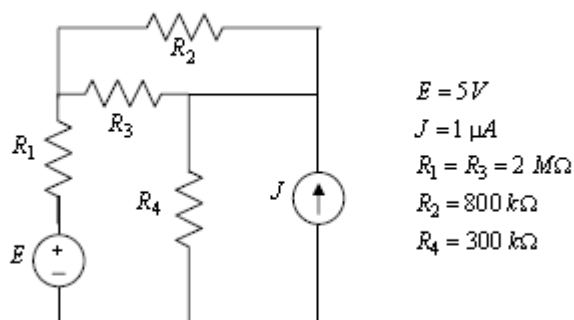
Risultato: $P_{R_2} = 0.85\text{ mW}$.

ES. 3.5 - Utilizzando il teorema di Thévenin calcolare la corrente i_5 .



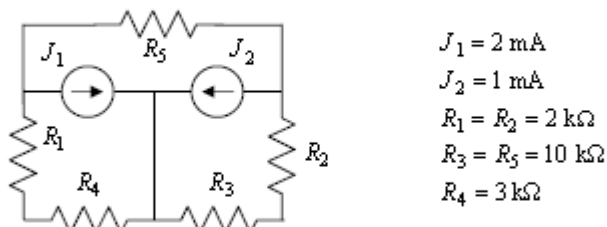
Risultato: $i_5 = -18\text{ mA}$.

ES. 3.6 - Utilizzando il teorema di Norton calcolare la potenza assorbita dal resistore R_3 .



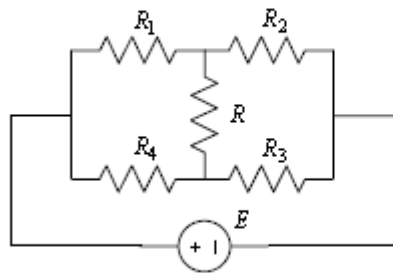
Risultato: $P_{R_3} = 0.43\text{ }\mu\text{W}$.

ES. 3.7 - Utilizzando il teorema di Thévenin calcolare la potenza assorbita da R_5 .



Risultato: $P_{R_5} = 54.87\text{ }\mu\text{W}$.

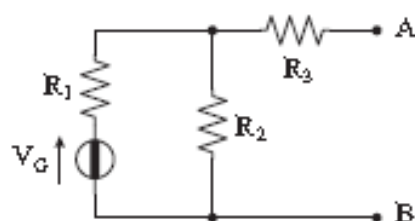
ES. 3.8 - Verificare che il resistore R non è percorso da corrente se tra le resistenze vi è la seguente relazione (ponte di Wheatstone):



$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$$

(Suggerimento: applicare Norton ai capi di R ed imporre che sia nulla la corrente I_{cc})

Esercizio n. 1



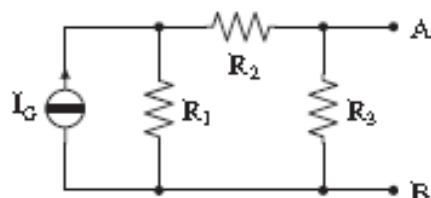
$$\begin{aligned}R_1 &= 4 \, \Omega \\R_2 &= 12 \, \Omega \\R_3 &= 6 \, \Omega \\V_G &= 24 \, \text{V}\end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 18 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 9 \, \Omega \qquad I_{cc} = 2 \, \text{A}$$

Esercizio n. 2



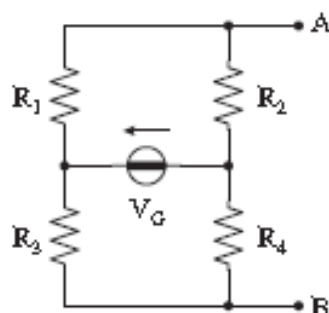
$$\begin{aligned}R_1 &= 6 \, \Omega \\R_2 &= 2 \, \Omega \\R_3 &= 8 \, \Omega \\I_G &= 4 \, \text{A}\end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 12 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 4 \, \Omega \qquad I_{cc} = 3 \, \text{A}$$

Esercizio n. 3



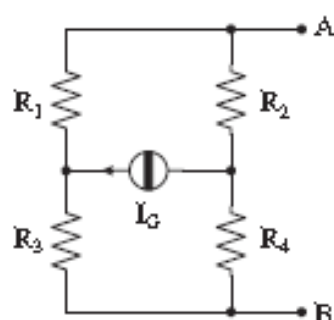
$$\begin{aligned}R_1 &= 20 \, \Omega \\R_2 &= 20 \, \Omega \\R_3 &= 60 \, \Omega \\R_4 &= 20 \, \Omega \\V_G &= 100 \, \text{V}\end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 25 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 25 \, \Omega \qquad I_{cc} = 1 \, \text{A}$$

Esercizio n. 4



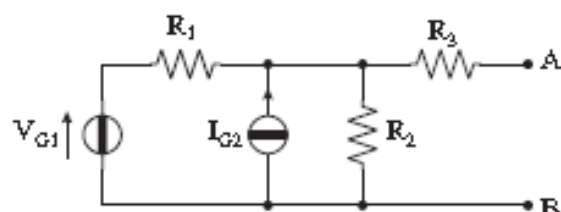
$$\begin{aligned} R_1 &= 20 \, \Omega \\ R_2 &= 15 \, \Omega \\ R_3 &= 10 \, \Omega \\ R_4 &= 5 \, \Omega \\ I_G &= 6 \, \text{A} \end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 6 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 12 \, \Omega \qquad I_{cc} = 0.5 \, \text{A}$$

Esercizio n. 5



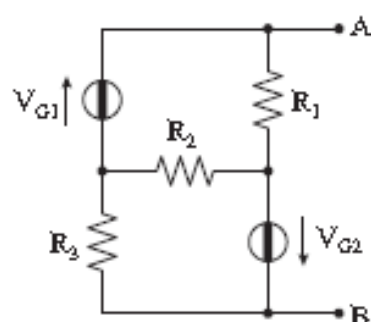
$$\begin{aligned} R_1 &= 15 \, \Omega \\ R_2 &= 10 \, \Omega \\ R_3 &= 10 \, \Omega \\ V_{G1} &= 30 \, \text{V} \\ I_{G2} &= 2 \, \text{A} \end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 24 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 16 \, \Omega \qquad I_{cc} = 1.5 \, \text{A}$$

Esercizio n. 6



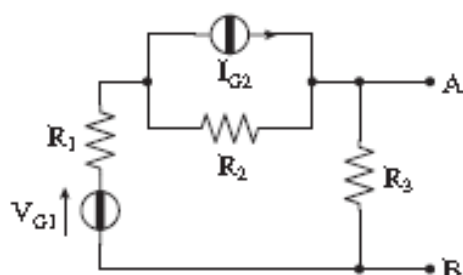
$$\begin{aligned} R_1 &= 9 \, \Omega \\ R_2 &= 18 \, \Omega \\ R_3 &= 6 \, \Omega \\ V_{G1} &= 30 \, \text{V} \\ V_{G2} &= 10 \, \text{V} \end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 15 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 3 \, \Omega \qquad I_{cc} = 5 \, \text{A}$$

Esercizio n. 7



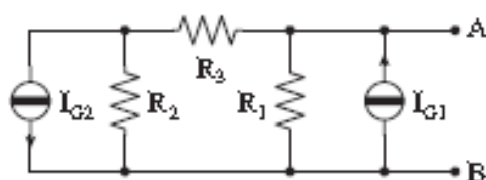
$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \, \Omega \\ R_2 &= 4 \, \Omega \\ R_3 &= 6 \, \Omega \\ V_{G1} &= 12 \, \text{V} \\ I_{G2} &= 3 \, \text{A} \end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 12 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 3 \, \Omega \qquad I_{cc} = 4 \, \text{A}$$

Esercizio n. 8



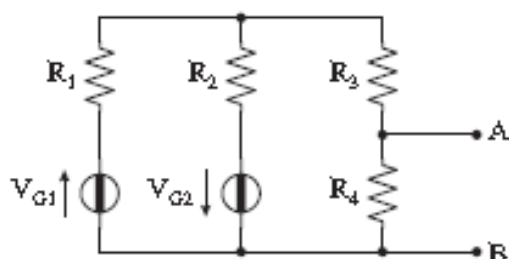
$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \, \Omega \\ R_2 &= 10 \, \Omega \\ R_3 &= 10 \, \Omega \\ I_{G1} &= 4 \, \text{A} \\ I_{G2} &= 2 \, \text{A} \end{aligned}$$

Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 12 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 4 \, \Omega \qquad I_{cc} = 3 \, \text{A}$$

Esercizio n. 9



$$\begin{aligned} R_1 &= 6 \, \Omega \\ R_2 &= 12 \, \Omega \\ R_3 &= 4 \, \Omega \\ R_4 &= 8 \, \Omega \\ V_{G1} &= 30 \, \text{V} \\ V_{G2} &= 12 \, \text{V} \end{aligned}$$

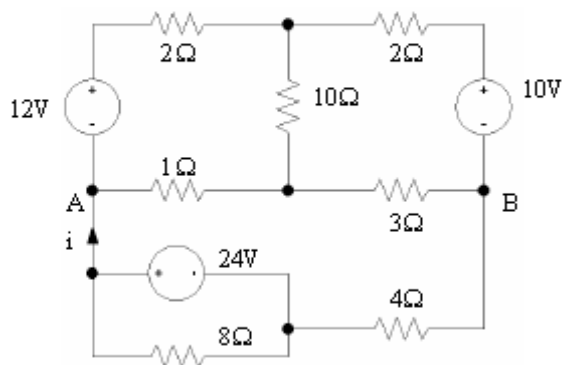
Determinare i parametri dei bipoli equivalenti di Thévenin e Norton del bipolo A-B.

Risultati

$$V_0 = 8 \, \text{V} \qquad R_{eq} = 4 \, \Omega \qquad I_{cc} = 2 \, \text{A}$$

Esercizio 13:

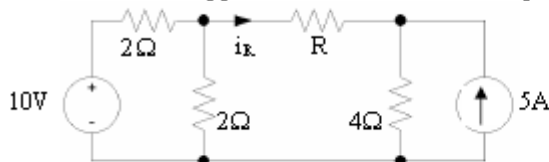
Determinare la corrente i , usando il circuito equivalente serie del bipolo (A,B)



Risposta: $i = \frac{1165}{284} \approx 4.1 \text{ A}$

Esercizio 15:

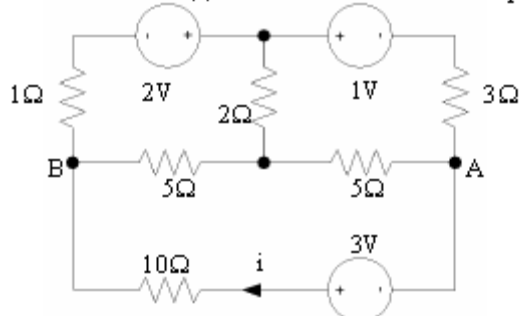
Mediante la rappresentazione Thevenin del bipolo ai capi del resistore R , calcolare la corrente i_R



Risposta: $i_R = -\frac{15}{5+R} \text{ A}$

Esercizio 17:

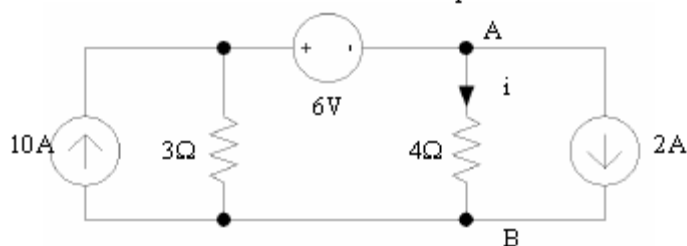
Mediante la rappresentazione Thevenin del bipolo tra A e B, calcolare la corrente i



Risposta: $i = \frac{149}{485} = 0.3 \text{ A}$

Esercizio 18:

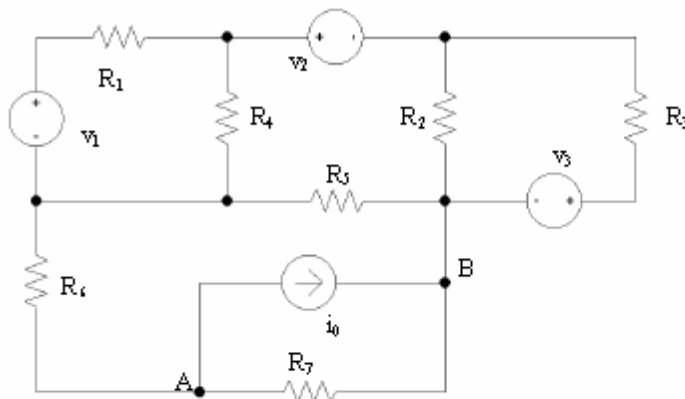
Calcolare la corrente i servendosi dell'equivalente Norton del bipolo A,B



Risposta: $i \approx 2.6 \text{ A}$

Esercizio 23:

Determinare v_{AB} con Thevenin e Norton

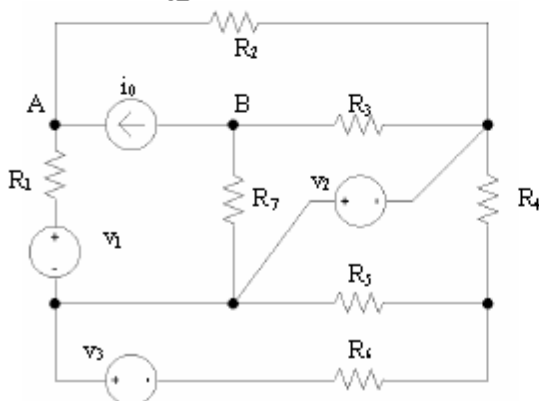


$$\begin{aligned} R_1 &= 10\Omega \\ v_1 &= 10\text{ V} \\ i_0 &= 1\text{ A} \end{aligned}$$

Risposta: $v_{AB} = -\frac{2800}{101}\text{ V} \approx -27.72\text{ V}$

Esercizio 24:

Determinare v_{AB} con Thevenin

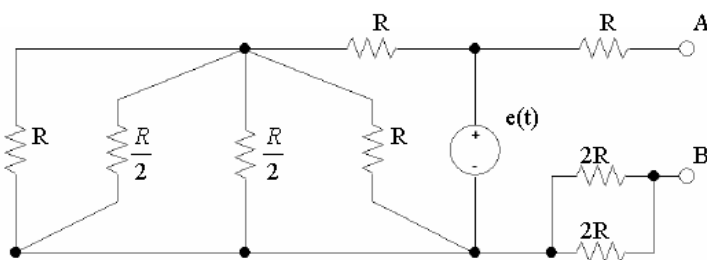


$$\begin{aligned} R_1 &= 10\Omega \\ v_1 &= 10\text{ V} \\ i_0 &= 1\text{ A} \end{aligned}$$

Risposta: $v_{AB} \approx 41.6\text{ V}$

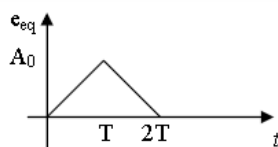
Esercizio 1:

Per il circuito in figura, posto $R = \frac{7}{2}\Omega$, ricavare l'equivalente Thevenin ai morsetti A e B.



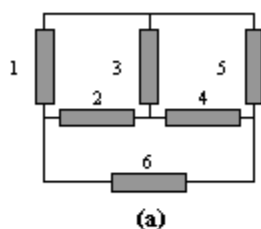
$$e(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{A_0}{T}t & 0 \leq t < T \\ -\frac{A_0}{T}(t-2T) & T \leq t < 2T \\ 0 & t \geq 2T \end{cases}$$

Risposta: $R_{eq} = 7\Omega$

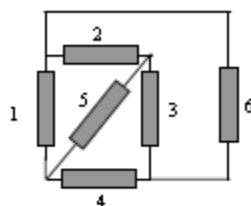


4. Metodi generali per l'analisi delle reti in regime stazionario.

ES. 4.1 - Date le seguenti reti di bipoli, scrivere un sistema completo di equazioni di Kirchhoff indipendenti.



(a)



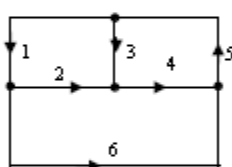
(b)

Rete (a)

Orientando il grafo come in figura e scegliendo, ad esempio, l'albero indicato, un possibile sistema completo di equazioni di Kirchhoff è dato da:

$$\text{LKC} \begin{cases} -i_1 + i_2 + i_4 = 0 \\ -i_2 - i_3 + i_4 = 0 \\ -i_4 + i_5 - i_6 = 0 \end{cases}$$

$$\text{LKT} \begin{cases} v_1 + v_2 - v_3 = 0 \\ v_3 + v_4 + v_5 = 0 \\ -v_2 - v_4 + v_6 = 0 \end{cases}$$

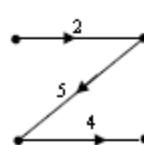
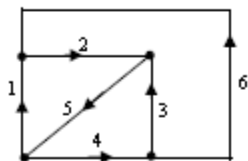


Rete (b)

Orientando il grafo come in figura e scegliendo, ad esempio, l'albero indicato, un possibile sistema completo di equazioni di Kirchhoff è dato da:

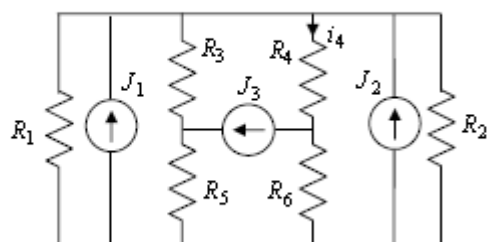
$$\text{LKC} \begin{cases} -i_1 + i_2 - i_6 = 0 \\ -i_2 - i_3 + i_5 = 0 \\ i_5 - i_4 + i_6 = 0 \end{cases}$$

$$\text{LKT} \begin{cases} -v_1 - v_2 - v_5 = 0 \\ v_2 + v_4 + v_5 + v_6 = 0 \\ v_3 + v_4 + v_5 = 0 \end{cases}$$



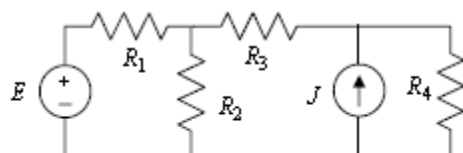
Si osservi che su tutti i bipoli delle reti (a) e (b) è stata adottata la stessa convenzione.

ES. 4.2 - calcolare la corrente nel resistore R_4 .



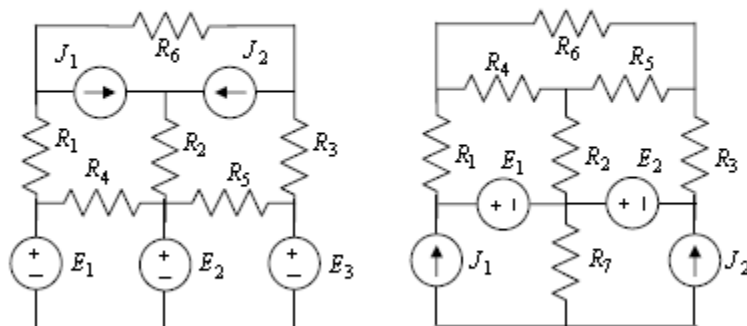
$$\begin{aligned} J_1 &= J_2 = 1 \text{ A} & J_3 &= 3 \text{ A} \\ R_1 &= 30 \, \Omega & R_2 &= 10 \, \Omega \\ R_3 &= 25 \, \Omega & R_4 &= 5 \, \Omega \\ R_5 &= 35 \, \Omega & R_6 &= 15 \, \Omega \end{aligned}$$

ES. 4.3 - calcolare la potenza erogata dai due generatori e la potenza assorbita dai resistori (verificare la conservazione delle potenze).

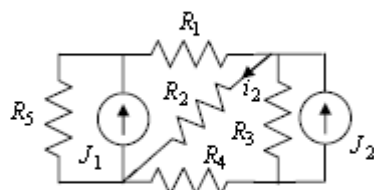


$$\begin{aligned} E &= 50 \text{ V} & J &= 60 \text{ A} \\ R_1 &= 5 \, \Omega & R_2 &= 40 \, \Omega \\ R_3 &= 80 \, \Omega & R_4 &= 120 \, \Omega \end{aligned}$$

ES. 4.4 - Con riferimento alla seguenti reti: scrivere il sistema completo delle equazioni di Kirchhoff e delle equazioni caratteristiche (utilizzare grafo, albero e co-albero).



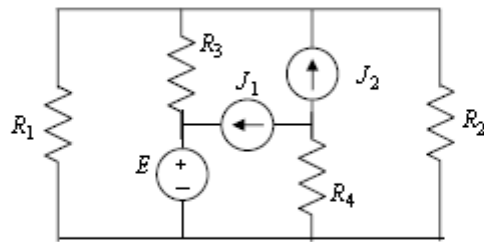
ES. 4.5 - Utilizzando il metodo delle correnti di maglia calcolare la corrente in R_2 .



$$\begin{aligned} J_1 &= 10 \text{ A} \\ J_2 &= 5 \text{ A} \\ R_1 &= 2 \, \Omega & R_2 &= R_3 = 3 \, \Omega \\ R_4 &= R_5 = 5 \, \Omega \end{aligned}$$

Risultato: $i_2 = -1.5 \text{ A}$.

ES. 4.6 - Utilizzando il metodo delle correnti di maglia calcolare la potenza erogata da ciascun generatore della rete.



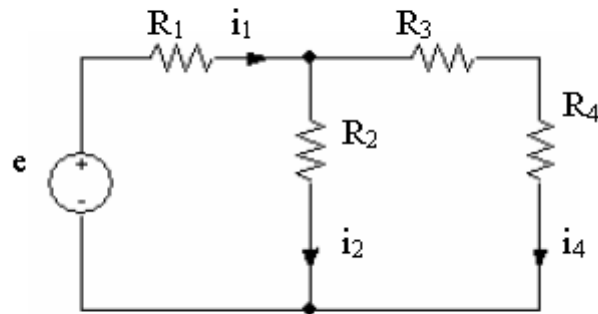
$$\begin{aligned} J_1 = J_2 &= 1 \text{ mA}, \quad E = 2 \text{ mV} \\ R_1 &= 0.3 \, \Omega \quad R_2 = 0.2 \, \Omega \\ R_3 &= 0.4 \, \Omega \quad R_4 = 0.5 \, \Omega \end{aligned}$$

Risultato: $P_E^{erg} = 5.2 \, \mu\text{W}$, $P_{J_1}^{erg} = 3.0 \, \mu\text{W}$, $P_{J_2}^{erg} = 1.6 \, \mu\text{W}$.

Esercizi vari

Esercizio 1:

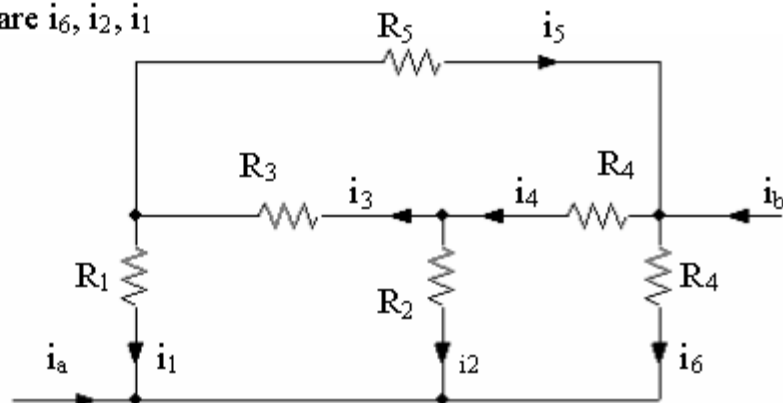
Calcolare i_4 note: $i_1=2A$, $i_2=0.7A$



Risposta: $i_4 = 1.3A$

Esercizio 2:

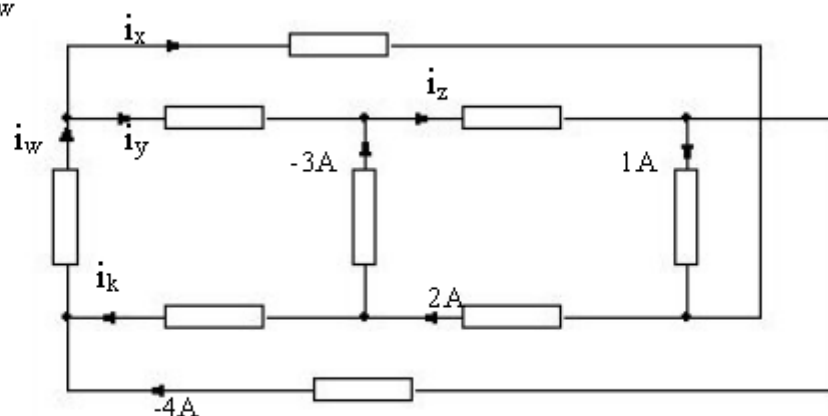
Note: i_a, i_3, i_4, i_5 calcolare i_6, i_2, i_1



Risposta: $i_b = -i_a$; $i_6 = -i_a + i_5 - i_4$; $i_1 = i_3 - i_5$; $i_2 = i_4 - i_3$

Esercizio 3:

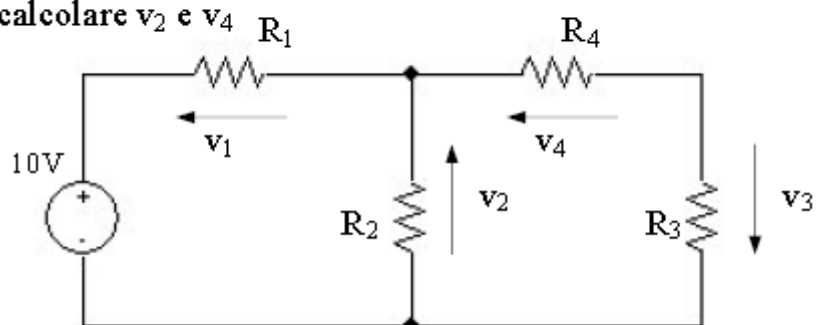
Calcolare i_x , i_y , i_z , i_w



Risposta: $i_x = 1A$; $i_y = 0A$; $i_w = 1A$; $i_z = -3A$

Esercizio 4:

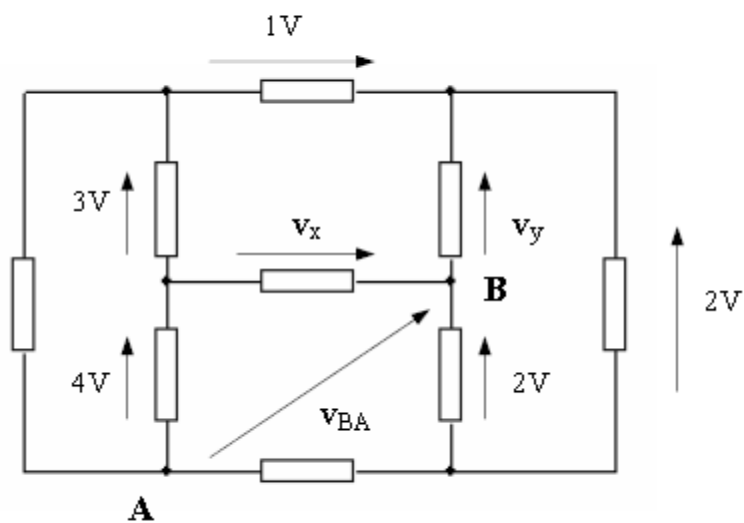
Note $v_1 = 1V$, $v_3 = 7V$, calcolare v_2 e v_4



Risposta: $v_2 = 9V$; $v_4 = 16V$

Esercizio 5:

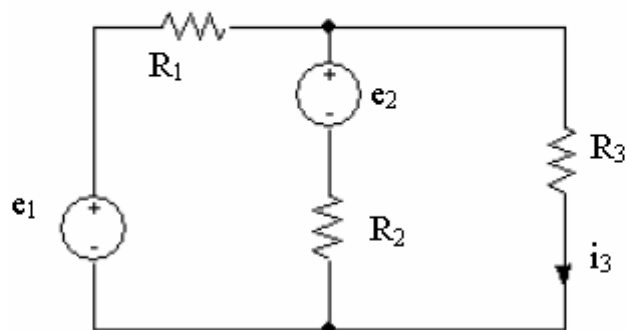
Calcolare v_x , v_y , v_{BA}



Risposta: $v_x = 4V$, $v_y = 0V$, $v_{BA} = 8V$

Esercizio 6:

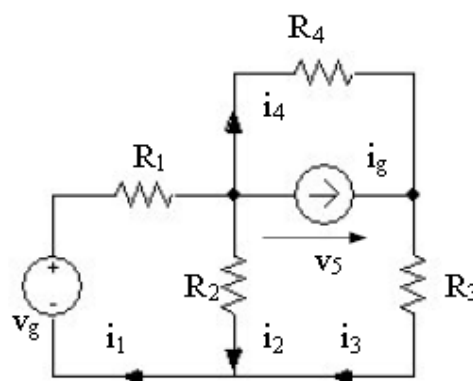
Dati $R_1=R_3=25\Omega$, $R_2=50\Omega$, $e_1=100V$, $e_2=200V$; calcolare i_3



Risposta: $i_3 = 3.2A$

Esercizio 7:

Calcolare i_1, i_2, i_3, i_4, v_5

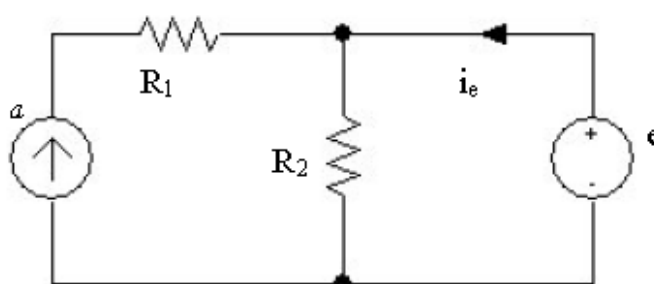


$R_1=25\Omega$
 $R_2=20\Omega$
 $R_3=10\Omega$
 $R_4=90\Omega$
 $i_g=10A$
 $v_g=200V$

Risposta $i_1 = 8,4A$; $i_2 = -0.5A$; $i_3 = 8.9A$; $i_4 = -1.1A$; $v_5 = -99V$

Esercizio 8:

Calcolare tutte le potenze sui bipoli e la corrente i_e

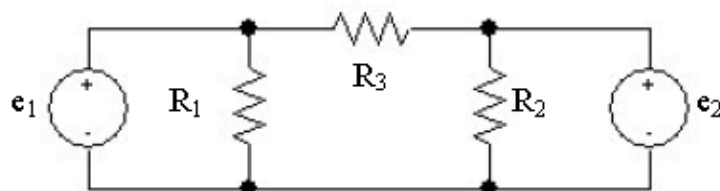


$R_1=2\Omega$
 $R_2=1\Omega$
 $a=3A$
 $e=4V$

Risposta: $P_1=18W$; $P_2=16W$; $P_e=4W$; $P_a=30W$; $i_e=1A$

Esercizio 9:

Calcolare le potenze erogate dai generatori e sulle resistenze

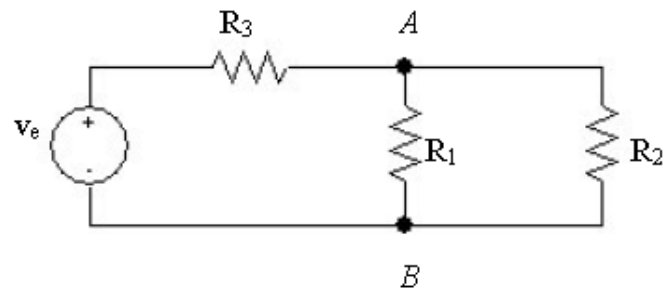


$e_1=20V$
 $e_2=10V$
 $R_1=10\Omega$
 $R_2=15\Omega$
 $R_3=5\Omega$

Risposta: $P_{e1}=80W$; $P_{e2}=-13.33W$; $P_{R1}=40W$; $P_{R2}=6.67W$; $P_{R3}=20W$

Esercizio 10 :

Calcolare V_{AB} , R_1 , R_2

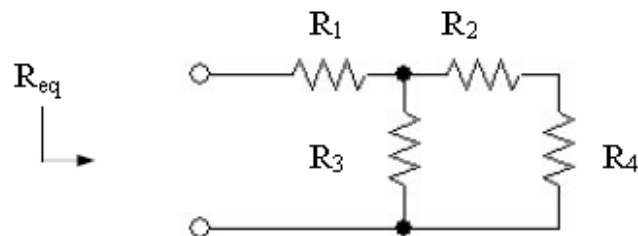


$$\begin{aligned} P_{R1} &= 108 \text{ W} \\ P_{R2} &= 54 \text{ W} \\ P_{R3} &= 162 \text{ W} \\ R_3 &= 2 \Omega \end{aligned}$$

Risposta: $V_{AB} = 18 \text{ V}$; $R_1 = 3 \Omega$; $R_2 = 6 \Omega$

Esercizio 11:

Calcolare R_{eq}

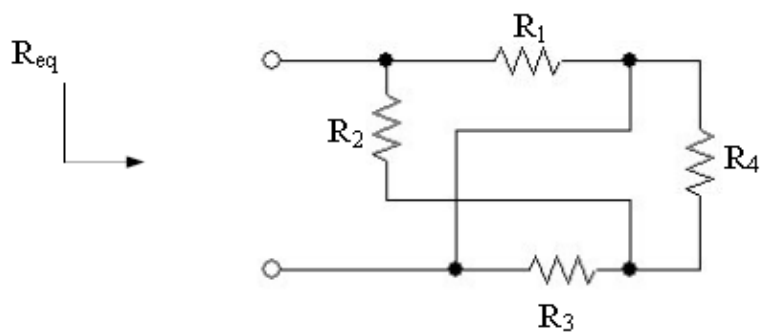


$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \Omega \\ R_2 &= 4 \Omega \\ R_3 &= 3 \Omega \\ R_4 &= 2 \Omega \end{aligned}$$

Risposta $R_{eq} = 7 \Omega$

Esercizio 12:

Calcolare R_{eq}

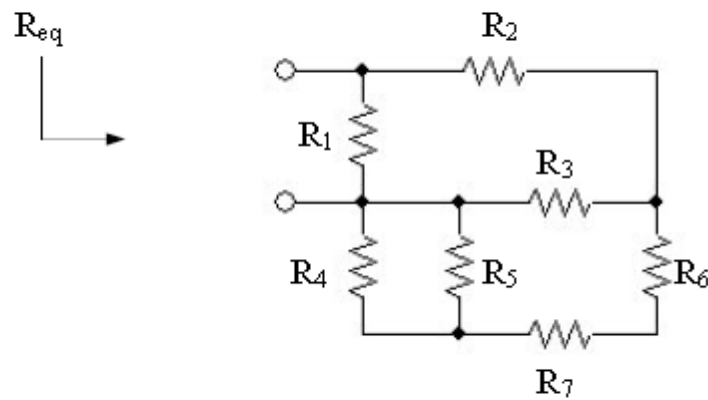


$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \Omega \\ R_2 &= 20 \Omega \\ R_3 &= 40 \Omega \\ R_4 &= 40 \Omega \end{aligned}$$

Risposta: $R_{eq} = (R_4 || R_3 + R_2) || R_1 = 8 \Omega$

Esercizio 13:

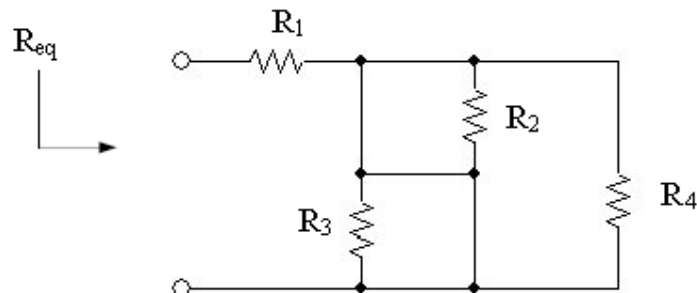
Calcolare R_{eq} noto $R_i = 1\text{K}\Omega \forall i$



Risposta: $R_{eq} = R_1 \parallel (R_2 + R_3 \parallel (R_4 \parallel R_5 + R_6 + R_7)) = \frac{12}{19} \text{ K}\Omega \approx 0.63\text{K}\Omega$

Esercizio 14:

Calcolare R_{eq}

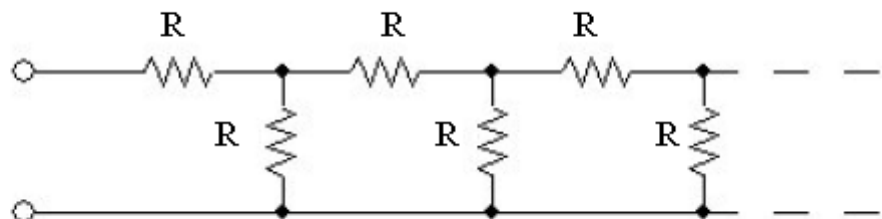


$R_1 = 15\Omega$
 $R_2 = 100\Omega$
 $R_3 = 100\Omega$
 $R_4 = 5\Omega$

Risposta: $R_{eq} = 15\Omega$

Esercizio 15:

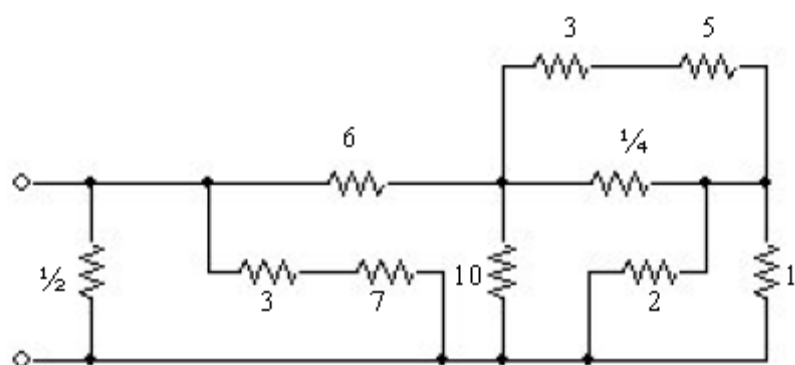
Calcolare R_{eq}



Risposta: $R_{eq} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} R$

Esercizio 16:

Calcolare R_{eq}



Risposta: $R_{eq} = \frac{410}{921} \approx 0.445$