Tecniche topologiche per la risoluzione di reti

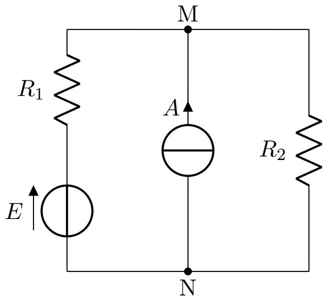
A cura di Alessandro Niccolai
A.A. 2019/2020

Ultimo aggiornamento: 20 gennaio 2020

C.1 • Principio di sovrapposizione degli effetti

Esercizio C.1.1

Data la rete in figura, calcolare V_{MN} con il Principio di Sovrapposizione degli Effetti.

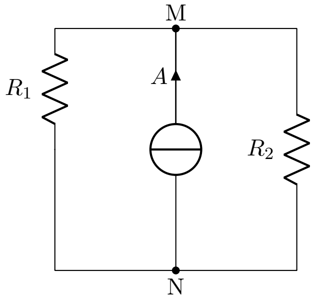


Dati:
$R_1 = 3\Omega$
$R_2 = 3\Omega$
$E = 60\,\mathrm{V}$
$A = 6\,\mathrm{A}$

Risultati:
$V_{MN} = 39\,\mathrm{V}$

Soluzione:

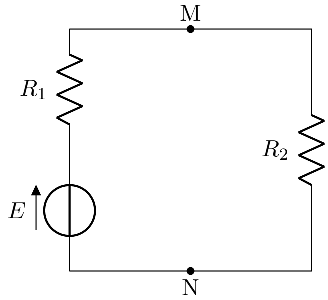
Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti:
Spengo E:



Il circuito si rivolve facilmente con il partitore di corrente e la legge di Ohm:

$$V'_{MN} = V'_{R_2} = A\frac{R_1}{R_1 + R_2}R_2 = 9\,\mathrm{V} \tag{1}$$

Spengo A:



Il circuito si rivolve facilmente con il partitore di tensione:

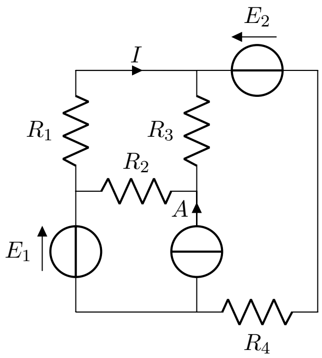
$$V''_{MN} = V''_{R_2} = E\frac{R_2}{R_1 + R_2} = 30\,\mathrm{V} \tag{2}$$

Sommando:

$$V_{MN} = V'_{MN} + V''_{MN} = 39\,\mathrm{V} \tag{3}$$

Esercizio C.1.2

Data la rete in figura, calcolare la corrente I mediante il Principio di Sovrapposizione degli Effetti.

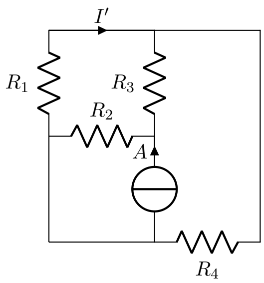


Dati:
$R_1 = 20\Omega$
$R_2 = 10\Omega$
$R_3 = 10\Omega$
$R_4 = 20\Omega$
$E_1 = 60\,\mathrm{V}$
$E_2 = 30\,\mathrm{V}$
$A = 12\,\mathrm{A}$

Risultati:
$I(A) = -2\,\mathrm{A}$
$I(E_1) = 1\,\mathrm{A}$
$I(E_2) = -0{,}5\,\mathrm{A}$
$I = -1{,}5\,\mathrm{A}$

Soluzione:

Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti:
Contributo di A:

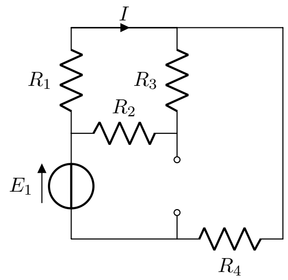


Il circuito si può risolvere mediante il partitore di corrente.
Infatti i resistori R_1 ed R_4 sono fra di loro in parallelo, e la serie fra questo parallelo e il resistore R_3 è in parallelo al resistore R_2.

Quindi:

$$I' = -A \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_1 /\!/ R_4} \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_1} = -2\,\mathrm{A} \tag{4}$$

Contributo di E_1:



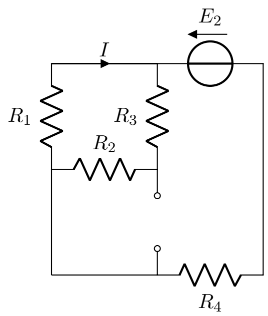
Risolvendo con il partitore di tensione:

$$V_1'' = E_1 \cdot \frac{R_1 /\!/ (R_2 + R_3)}{R_1 /\!/ (R_2 + R_3) + R_4} = 20\,\mathrm{V} \tag{5}$$

Quindi:

$$I'' = \frac{V_1''}{R_1} = 1\,\mathrm{A} \tag{6}$$

Contributo di E_2:



Analogamente a prima, si può risolvere con il partitore di tensione:

$$V_1''' = -E_2 \cdot \frac{R_1 /\!/ (R_2 + R_3)}{R_1 /\!/ (R_2 + R_3) + R_4} = -10\,\mathrm{V} \tag{7}$$

Quindi:

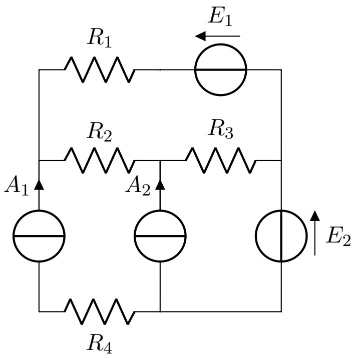
$$I''' = \frac{V_1'''}{R_1} = -0{,}5\,\mathrm{A} \tag{8}$$

Sommando:

$$I = I' + I'' + I''' = -1{,}5\,\mathrm{A} \tag{9}$$

Esercizio C.1.3

Data la rete in figura, calcolare la potenza erogata dal generatore E_1.



Dati:
$R_1 = 30\Omega$
$R_2 = 15\Omega$
$R_3 = 15\Omega$
$R_4 = 45\Omega$
$E_1 = 120\,\mathrm{V}$
$E_2 = 30\,\mathrm{V}$
$A_1 = 6\,\mathrm{A}$
$A_2 = 8\,\mathrm{A}$

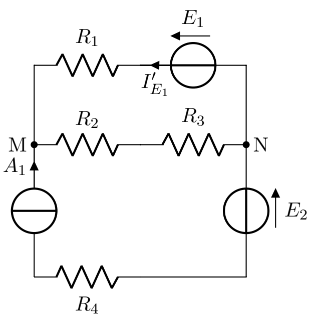
Risultati:
$P_{E_1} = -360\,\mathrm{W}$

Soluzione:

Per risolvere questa rete non è possibile applicare nessuna delle tecniche per reti binodali o con un solo generatore, quindi è necessario applicare il PSE. E', tuttavia, necessario tenere in considerazione il fatto che l'incognita richiesta è una potenza: il PSE si può applicare solo per variabili lineari e, quindi, per la corrente in E_1:

$$P_{E_1} = E_1 \cdot I_{E_1} \tag{10}$$

Per accelerare i tempi di risoluzione dell'esercizio, è possibile "raggruppare" i generatori in modo tale da ricondursi a reti delle quali si sa calcolare la soluzione.
In questo esercizio, si può notare che, spegnendo A_2 si ottiene una rete binodale: è, quindi, possibile risolvere l'esercizio con due sole sotto-reti.
Spegnendo di A_2:



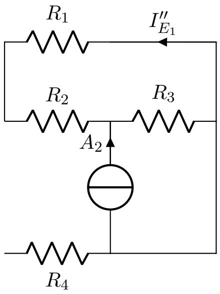
Dalla formula di Millman:

$$V_{MN} = \frac{A_1 + \dfrac{E_1}{R_1}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2 + R_3}} = \frac{30A_1 + E_1}{2} = 150\,\mathrm{V} \tag{11}$$

Quindi:

$$I'_{E_1} = \frac{E_1 - V_{MN}}{R_1} = \frac{E_1 - V_{MN}}{30} = -1\,\mathrm{A} \tag{12}$$

Contributo di A_2:



Dal partitore di corrente:

$$I''_{E_1} = -A_2 \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = -2\,\mathrm{A} \tag{13}$$

Sommando:
La corrente totale è:

$$I_{E_1} = I'_{E_1} + I''_{E_1} = -3\,\mathrm{A} \tag{14}$$

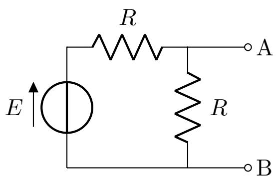
Quindi:

$$P_{E_1} = -360\,\mathrm{W} \tag{15}$$

C.2 • Equivalente Thevenin

Esercizio C.2.1

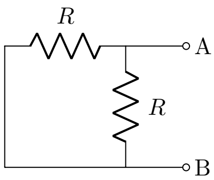
Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo dato.



Dati:
$R = 25\Omega$
$E = 50\,\mathrm{V}$

Risultati:
$R_{eq} = 12{,}5\Omega$
$V_0 = 25V$

Soluzione:
La resistenza equivalente si calcola spegnendo i generatori:



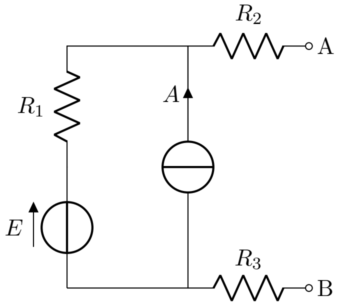
$$R_{eq} = R//R = \frac{R}{2} = 12{,}5\Omega \tag{16}$$

La tensione a vuoto e', con un partitore di tensione:

$$V_0 = E\frac{R}{R+R} = \frac{E}{2} = 25\,\mathrm{V} \tag{17}$$

Esercizio C.2.2

Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo dato.

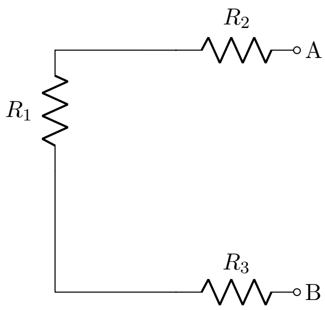


Dati:
$R_1 = 5\Omega$
$R_2 = 10\Omega$
$R_3 = 15\Omega$
$A = 2\,\mathrm{A}$
$E = 30\,\mathrm{V}$

Risultati:
$R_{eq} = 30\Omega$
$V_0 = 40\,\mathrm{V}$

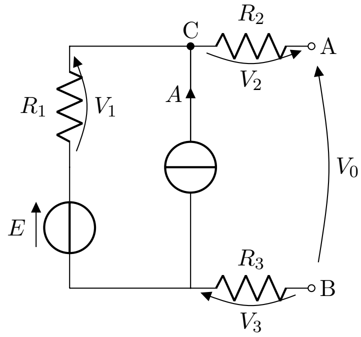
Soluzione:

Spegnendo i generatori si puo' calcolare la resistenza equivalente:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 30\Omega \tag{18}$$

Prendendo il circuito a vuoto, ed identificando le cadute di potenziale sulle resistenze:



Chiudendo la maglia esterna:

$$V_0 = V_2 + V_1 + E + V_3 \tag{19}$$

inserendo le leggi di Ohm:

$$V_0 = I_2R_2 + I_1R_1 + E + I_3R_3 \tag{20}$$

La corrente che scorre in R_2 ed R_3 e' nulla dato che il circuito e' a vuoto.
La corrente I_1 si calcola da una KCL al nodo C:

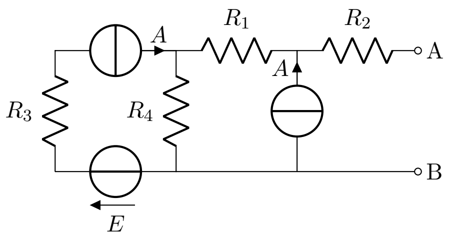
$$I_1 = A \tag{21}$$

Quindi:

$$V_0 = AR_1 + E = 40\,\mathrm{V} \tag{22}$$

Esercizio C.2.3

Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo in figura visto dai morsetti A-B.

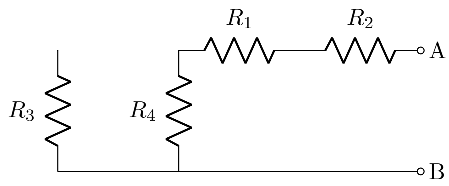


Dati:
$R_1 = 10\Omega$
$R_2 = 7\Omega$
$R_3 = 8\Omega$
$R_4 = 13\Omega$
$A = 2\,\mathrm{A}$
$E = 25\,\mathrm{V}$

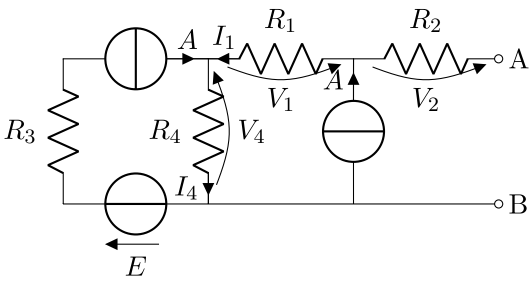
Risultati:
$V_0 = 72\,\mathrm{V}$
$R_{eq} = 30\Omega$

Soluzione:

La resistenza equivalente si calcola spegnendo i generatori:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_4 = 30\Omega \tag{23}$$



La tensione a vuoto si puo' calcolare da una KVL:

$$V_{AB} = V_2 + V_1 + V_4 = R_2 I_2 + R_1 I_1 + R_4 I_4 \tag{24}$$

Dalle KCL:

$$I_1 = A \tag{25}$$

$$I_2 = 0\,\mathrm{A} \tag{26}$$

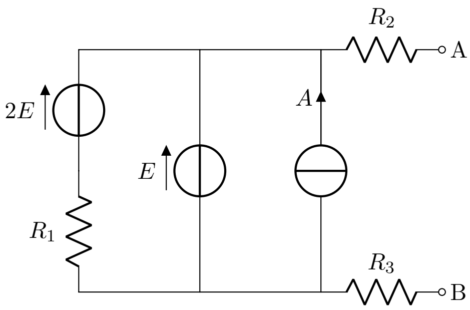
$$I_4 = 2\,\mathrm{A} \tag{27}$$

Da cui:

$$V_{AB} = R_1 A + 2R_4 A = 72\,\mathrm{V} \tag{28}$$

Esercizio C.2.4

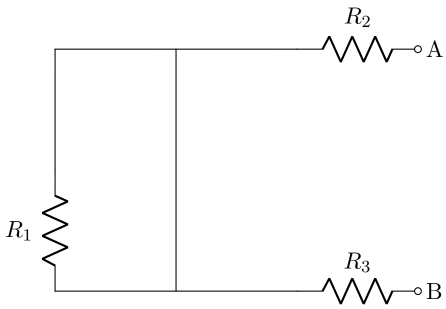
Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo dato.



Dati:
$R_1 = 15\Omega$
$R_2 = 7\Omega$
$R_3 = 13\Omega$
$A = 4\,\mathrm{A}$
$E = 15\,\mathrm{V}$

Risultati:
$R_{eq} = 20\Omega$
$V_0 = 15\,\mathrm{V}$

Soluzione:
Spegnendo i generatori si puo' calcolare la resistenza equivalente:



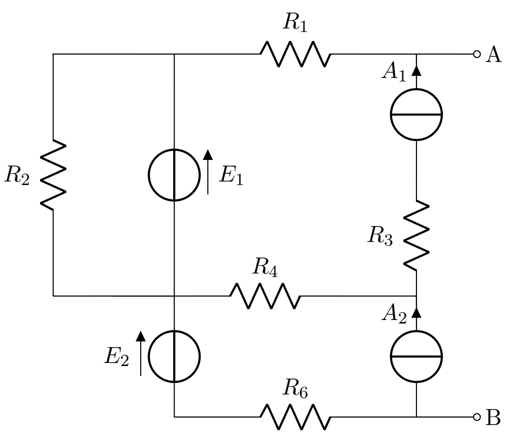
$$R_{eq} = R_1//0 + R_2 + R_3 = 20\Omega \tag{29}$$

La differenza di potenziale a vuoto, dato che la corrente che scorre in R_2 ed R_3 e' nulla vale:

$$V_0 = E = 15\,\mathrm{V} \tag{30}$$

Esercizio C.2.5

Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo dato.

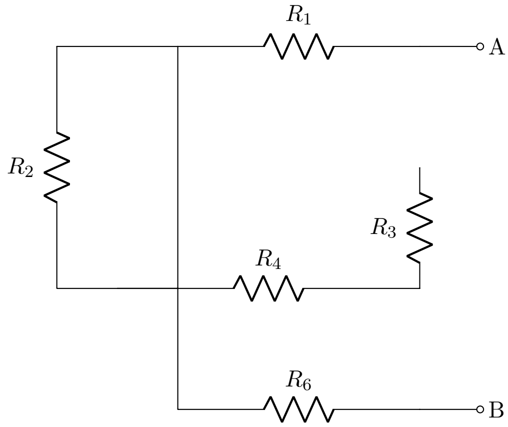


Dati:
$R_1 = 5\Omega$ $\quad R_2 = 10\Omega$
$R_3 = 15\Omega$ $\quad R_4 = 30\Omega$
$R_6 = 15\Omega$
$E_1 = 40\,\mathrm{V}$ $\quad E_2 = 50\,\mathrm{V}$
$A_1 = 2\,\mathrm{A}$ $\quad A_2 = 3\,\mathrm{A}$

Risultati:
$R_{eq} = 20\Omega$
$V_0 = 145\,\mathrm{V}$

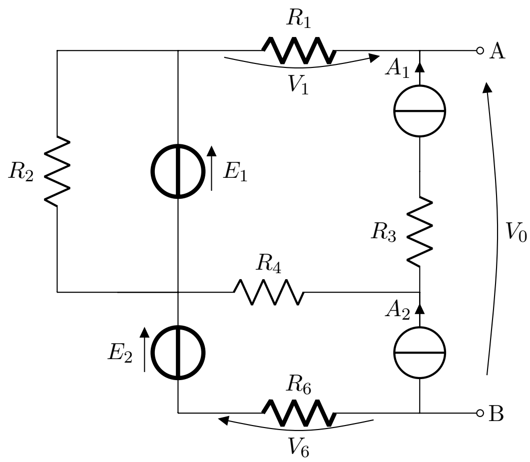
Soluzione:

Spegnendo i generatori si puo' calcolare la resistenza equivalente:



$$R_{eq} = R_1 + R_6 = 20\Omega \tag{31}$$

Con una KVL alla maglia evidenziata:



$$V_0 = V_1 + E_1 + E_2 + V_6 \tag{32}$$

Da due KCL si vede che:

$$I_1 = A_1 \tag{33}$$

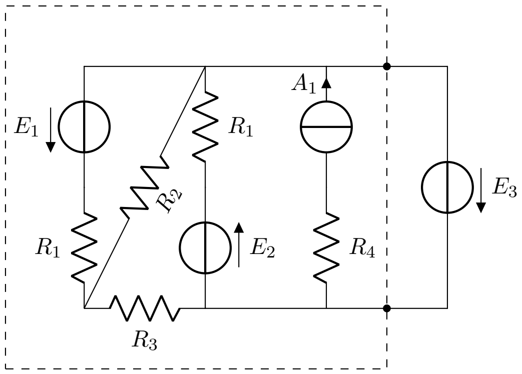
$$I_6 = A_2 \tag{34}$$

Quindi:

$$V_0 = R_1 A_1 + E_1 + E_2 + R_6 A_2 = 145\,\mathrm{V} \tag{35}$$

Esercizio C.2.6

Calcolare l'equivalente Thevenin del bipolo indicato in figura dentro al tratteggio. Calcolare la potenza dissipata da R_4 e quella generata da E_3.



Dati:
$R_1 = 6\Omega$
$R_2 = 3\Omega$
$R_3 = 1\Omega$
$R_4 = 4\Omega$
$E_1 = 24\,\mathrm{V}$
$E_2 = 36\,\mathrm{V}$
$E_3 = 14\,\mathrm{V}$
$A_1 = 2\,\mathrm{A}$

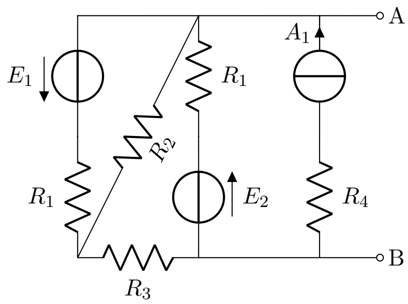
Risultati:
$V_0 = 10{,}67\,\mathrm{V}$
$R_{eq} = 2\Omega$
$P_{d,R_4} = 16\,\mathrm{W}$
$P_{g,E_3} = 172{,}62\,\mathrm{W}$

Soluzione:

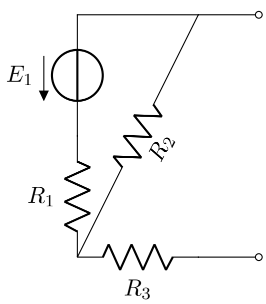
Dato che l'incognita P_{d,R_4} è all'interno del bipolo del quale viene richiesto l'equivalente Thevenin, è necessario calcolarla per prima:

$$P_{d,R_4} = R_4 A_1^2 = 16\,\mathrm{W} \tag{36}$$

A questo punto è possibile isolare il bipolo del quale si deve calcolare l'equivalente:



Per calcolare la resistenza equivalente e la tensione a vuoto, conviene prima effettuare un equivalente di Thevenin sulla porzione di rete a sinistra:



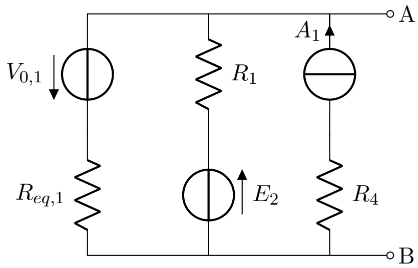
La resistenza equivalente si calcola spegnendo i generatori indipendenti:

$$R_{eq,1} = R_1 // R_2 + R_3 = 3\Omega \tag{37}$$

La tensione a vuoto risulta pari a

$$V_{0,1} = E_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 8\,\text{V} \tag{38}$$

La rete può quindi essere ridisegnata come segue:



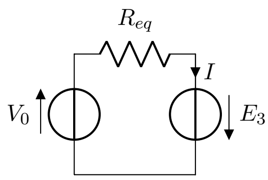
La resistenza equivalente è:

$$R_{eq} = R_{eq,1} // R_1 = 2\Omega \tag{39}$$

Dato che la rete ottenuta è binodale, è possibile calcolare la tensione a vuoto con la formula di Millman:

$$V_0 = V_{AB} = \frac{-\dfrac{V_{0,1}}{R_{eq,1}} + \dfrac{E_2}{R_1} + A_1}{\dfrac{1}{R_{eq,1}} + \dfrac{1}{R_1}} = 10{,}67\,\text{V} \tag{40}$$

Ricomponendo il circuito:



La corrente che circola vale:

$$I = \frac{E_3 + V_0}{R_{eq}} = 12{,}33\,\text{A} \tag{41}$$

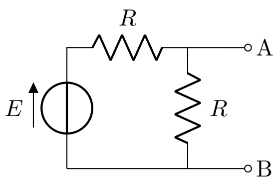
Quindi:

$$P_{g,E_3} = E_3 I_3 = E_3 I = 172{,}62\,\text{W} \tag{42}$$

C.3 • Equivalente Norton

Esercizio C.3.1

Calcolare l'equivalente Norton del bipolo dato.

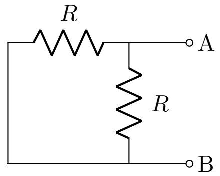


Dati:
$R = 25\Omega$
$E = 50\,\text{V}$

Risultati:
$R_{eq} = 12{,}5\Omega$
$I_{CC} = 2\,\text{A}$

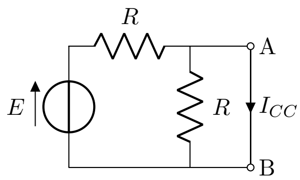
Soluzione:

La resistenza equivalente si calcola spegnendo i generatori:

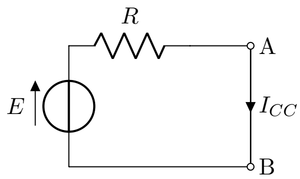


$$R_{eq} = R//R = \frac{R}{2} = 12{,}5\Omega \tag{43}$$

La corrente di corto circuito si calcola imponendo un corto circuito fra A e B:



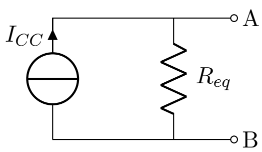
Facendo il parallelo fra la resistenza R ed il corto circuito:



A questo punto, si vede che la corrente I_{CC} e' la corrente che scorre in R, resitore sul quale c'e' una caduta di potenziale pari a E. Per la legge di Ohm:

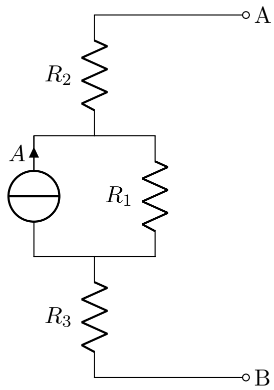
$$I_{CC} = \frac{E}{R} = 2\,\mathrm{A} \tag{44}$$

In definitiva l'equivalente di Norton risulta essere:



Esercizio C.3.2

Calcolare l'equivalente Norton del bipolo dato.

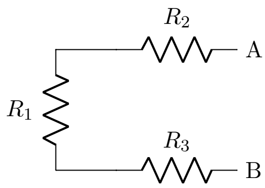


Dati:
$R_1 = 5\Omega$
$R_2 = 10\Omega$
$R_3 = 15\Omega$
$A = 3A$

Risultati:
$R_{eq} = 30\Omega$
$I_{CC} = 0{,}5A$

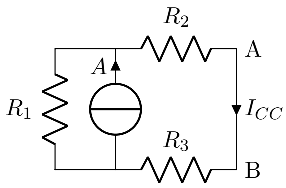
Soluzione:

La resistenza equivalente si calcola spegnendo i generatori:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 30\Omega \tag{45}$$

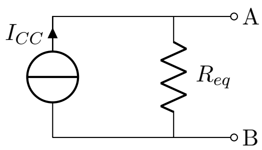
La corrente di corto circuito si calcola imponendo un corto circuito fra A e B:



Con un partitore di corrente:

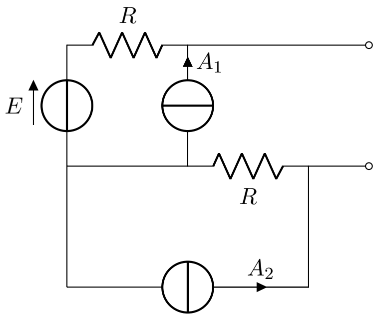
$$I_{CC} = A \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 0{,}5A \tag{46}$$

In definitiva l'equivalente di Norton risulta essere:



Esercizio C.3.3

Calcolare l'equivalente Norton del bipolo in figura.

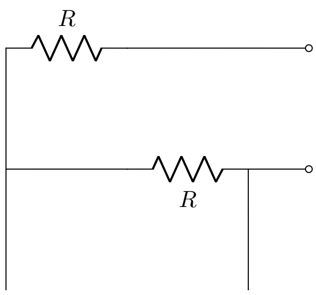


Dati:
$R = 10\Omega$
$E = 40V$
$A_1 = 2A$
$A_2 = 8A.$

Risultati:
$R_{eq} = 20\Omega$
$I_{CC} = -1A$

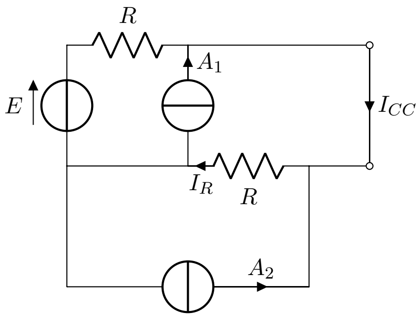
Soluzione:

Spegnendo i generatori:



$$R_{eq} = 2R = 20\Omega \tag{47}$$

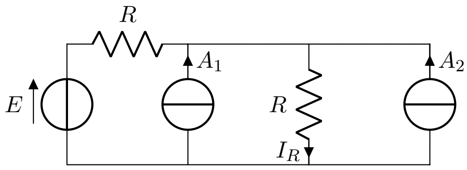
Per il calcolo della corrente di corto circuito:



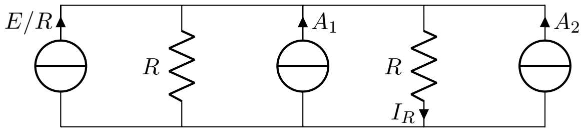
Dato che, rimaneggiando il circuito, risulta facile perdere informazioni sulla corrente I_{CC}, conviene scriverla usando un KCL:

$$I_{CC} = I_R - A_2 \tag{48}$$

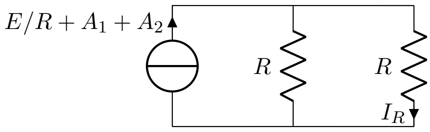
L'incognita viene quindi spostata su I_R
A questo punto e' possibile ridisegnare il circuito, prestando attenzione alla direzione delle correnti:



E' possibile risolvere il circuito usando il partitore di corrente, a patto di ridisegnare il parallelo di E ed R nel corrispettivo equivalente Norton:



A questo punto si puo' fare la serie dei generatori di corrente:



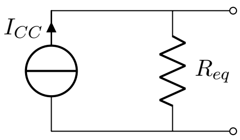
Quindi:

$$I_R = \left(\frac{E}{R} + A_1 + A_2\right) \cdot \frac{1}{2} = 7A \tag{49}$$

Infine:

$$I_{CC} = -1A \tag{50}$$

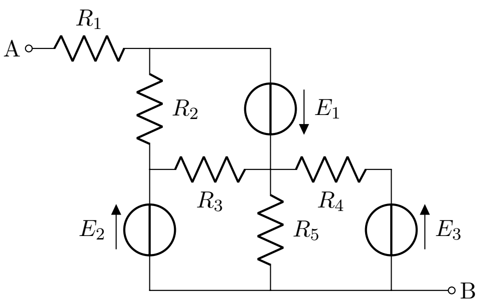
In definitiva l'equivalente di Norton risulta essere:



C.4 • Sdoppiamento di generatori di tensione

Esercizio C.4.1

Calcolare l'equivalente Norton del bipolo in figura.

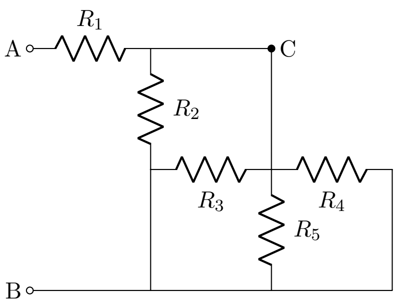


Dati:
$R_1 = 90\Omega$
$R_2 = R_3 = 40\Omega$
$R_4 = R_5 = 40\Omega$
$E_1 = 60\,\mathrm{V}$
$E_2 = 240\,\mathrm{V}$
$E_3 = 40\,\mathrm{V}$

Risultati:
$R_{eq} = 100\ \Omega$
$I_{CC} = 0{,}85\,\mathrm{A}$

Soluzione:

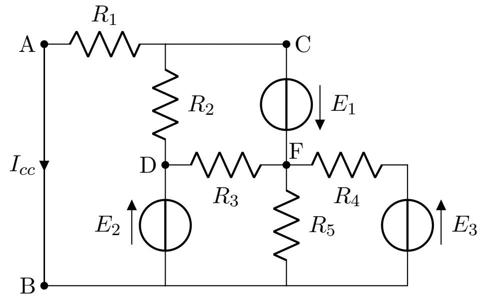
La resistenza equivalente di questo bipolo si puo' calcolare andando a spegnere tutti i generatori (il nodo B viene spostato per ragioni grafiche):



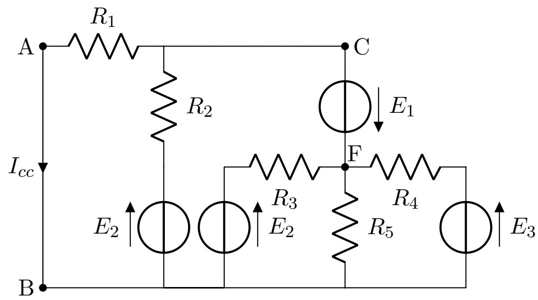
Si vede che le resistenze R_2, R_3, R_4 ed R_5 sono tutte fra il nodo C ed il nodo B, quindi sono in parallelo.
La resistenza equivalente e':

$$R_{eq} = R_1 + R_2//R_3//R_4//R_5 = 100\Omega \tag{51}$$

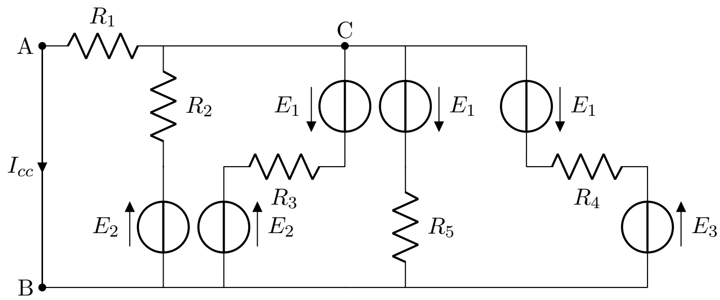
Per il calcolo della corrente di corto circuito, e' necessario inserire un corto circuito fra i nodi A e B:



Per risolvere la rete in figura, e' necessario notare che presenta 4 nodi (A, C, D, F) di cui due coppie (B-D e C-F) sono collegate mediante solo generatori di tensione. Procedendo a sdoppiare opportunamente i generatori, e' possibile eliminare un generatore per coppia, riducendo cosi' la rete ad una binodale
Sdoppiando E_2 in modo tale da eliminare il nodo D:



Sdoppiando E_1 in modo tale da eliminare il nodo F:



La rete risulta essere binodale e, come tale, puo' essere risolta attraverso il teorema di Millman:

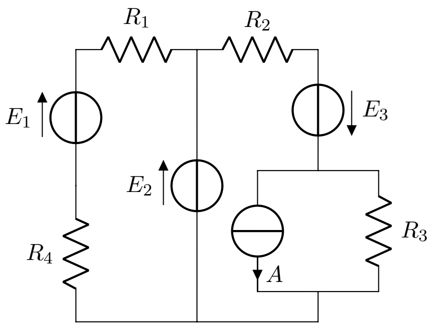
$$V_{CB} = \frac{\dfrac{E_2}{R_2} + \dfrac{E_2 - E_1}{R_3} - \dfrac{E_1}{R_5} - \dfrac{E_1 - E_3}{R_4}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3} + \dfrac{1}{R_5} + \dfrac{1}{R_4}} = \frac{153}{2}\,\mathrm{V} \tag{52}$$

Infine:

$$I_{CC} = \frac{V_{CB}}{R_1} = 0{,}85\,\mathrm{A} \tag{53}$$

Esercizio C.4.2

Data la rete in figura, calcolare la potenza generata da E_2.



Dati:
$R_1 = 20\ \Omega$
$R_2 = 48\ \Omega$
$R_3 = 12\ \Omega$
$R_4 = 40\ \Omega$
$E_1 = 50\,\mathrm{V}$
$E_2 = 80\,\mathrm{V}$
$E_3 = 40\,\mathrm{V}$
$A = 5\,\mathrm{A}$

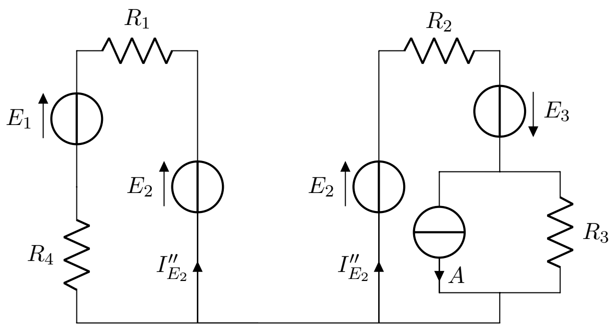
Risultati:
$P_{g,E_2} = 280\,\mathrm{W}$

Soluzione:

Per prima cosa, conviene calcolare l'incognita in funzione della corrente erogata dal generatore E_2:

$$P_{E_2} = E_2 I_{E_2} \tag{54}$$

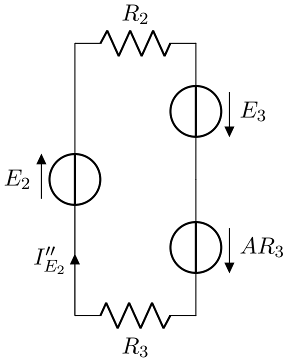
A questo punto, la rete si può risolvere sdoppiando il generatore E_2 ed ottenendo due reti tra loro indipendenti:



Dato che il generatore sdoppiato è quello su cui è presente l'incognita, è necessario risolvere tutti e due le parti di circuito.
Parte di sinistra:
Questa porzione di rete è composta da un unico anello, quindi:

$$I'_{E_2} = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_4} = 0{,}5\,\mathrm{A} \tag{55}$$

Parte di destra:
La rete è binodale, tuttavia è conveniente trasformare il parallelo fra A ed R_3 in un equivalente Thevenin. In questo modo ci si riconduce ad una rete molto semplice da risolvere:



Semplicemente:

$$I''_{E_2} = \frac{E_2 + E_3 + AR_3}{R_2 + R_3} = 3\,\mathrm{A} \tag{56}$$

Sommando:

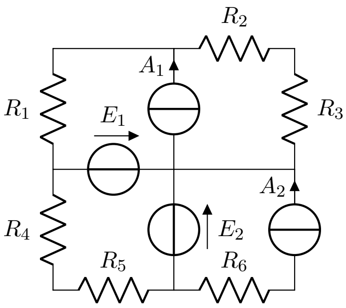
$$I_{E_2} = I'_{E_2} + I''_{E_2} = 3{,}5\,\mathrm{A} \tag{57}$$

Quindi:

$$P_{E_2} = I_{E_2} E_2 = 280\,\mathrm{W} \tag{58}$$

Esercizio C.4.3

Dato il circuito in figura, calcolare il modulo della tensione ai capi del resistore R_2, la potenza dissipata dal resistore R_6, e la potenza generata da A_1.



Dati:
$R_1 = 20\ \Omega$
$R_2 = 18\ \Omega$
$R_3 = 12\ \Omega$
$R_4 = 8\ \Omega$
$R_5 = 17\ \Omega$
$R_6 = 15\ \Omega$
$E_1 = 40\,\mathrm{V}$
$E_2 = 75\,\mathrm{V}$
$A_1 = 12\,\mathrm{A}$
$A_2 = 4\,\mathrm{A}$

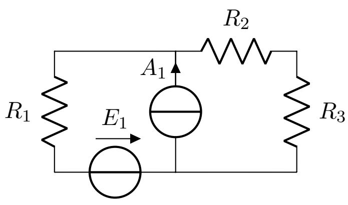
Risultati:
$|V_{R_2}| = 72\,\mathrm{V}$
$P_{R_6} = 240\,\mathrm{W}$
$P_{A_1} = 1440\,\mathrm{W}$

Soluzione:

Dato che la corrente in R_6 è nota:

$$P_{R_6} = R_6 A_2^2 = 240\,\mathrm{W} \tag{59}$$

Per calcolare le altre incognite, è possibile applicare lo sdoppiamento dei generatori di tensione. La parte superiore della rete è:



La rete ottenuta è binodale, quindi si può applicare Millman:

$$V_{MN} = \frac{A_1 - \dfrac{E_1}{R_1}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2 + R_3}} = 120\,\mathrm{V} \tag{60}$$

Quindi:

$$P_{A_1} = A_1 V_{MN} = 1440\,\mathrm{W} \tag{61}$$

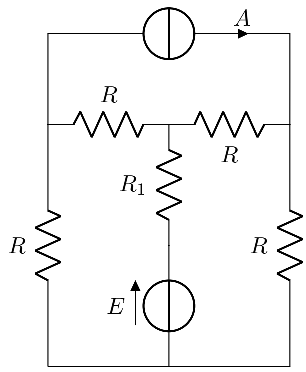
Ed infine:

$$|V_{R_2}| = \frac{V_{MN}}{R_2 + R_3} R_2 = 72\,\mathrm{V} \tag{62}$$

C.5 • Sdoppiamento di generatori di corrente

Esercizio C.5.1

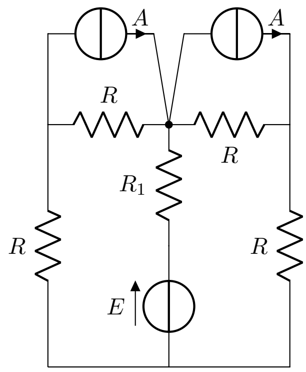
Dato il circuito in figura, la potenza generata dalla resistenza R_1.



Dati:
$R_1 = 20\Omega$
$R = 10\Omega$
$E = 90\,\mathrm{V}$
$A = 4\,\mathrm{A}$

Risultati:
$P_{g,R_1} = -180\,\mathrm{W}$

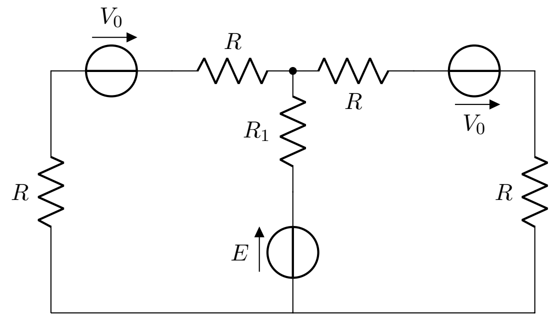
Soluzione:
La rete ha tre nodi, quindi non si può applicare Millman.
Sdoppiando A e calcolando due facili equivalenti Thevenin, è possibile ricondursi ad una rete a due nodi.



I due Thevenin sono uguali:

$$R_{Th} = R \tag{63}$$

$$V_0 = RA = 40\,\mathrm{V} \tag{64}$$



Con Millman:

$$V_{MN} = \frac{\dfrac{E}{R_1} + \dfrac{V_0}{2R} - \dfrac{V_0}{2R}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{2R} + \dfrac{1}{2R}} = 30\,\mathrm{V} \tag{65}$$

Quindi:

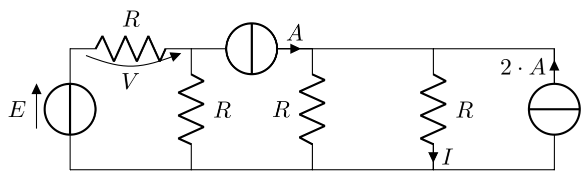
$$I_1 = \frac{E - V_{MN}}{R_1} = 3\,\mathrm{A} \tag{66}$$

Infine:

$$P_{gen,R_1} = -R_1 I_1^2 = -180\,\mathrm{W} \tag{67}$$

Esercizio C.5.2

Dato il circuito in figura, calcolare la tensione V e la corrente I.

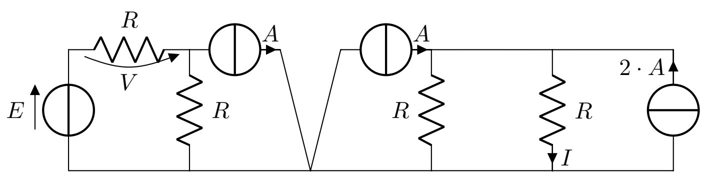


Dati:
$R = 5\Omega$
$E = 20\,\mathrm{V}$
$A = 6\,\mathrm{A}$

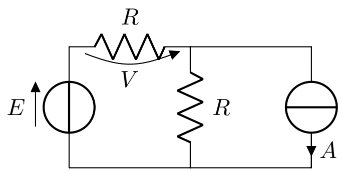
Risultati:
$V = -25\,\mathrm{V}$
$I = 9\,\mathrm{A}$

Soluzione:

L'esercizio si puo' risolvere agevolmente sdoppiando il generatore A posto in orizzontale:



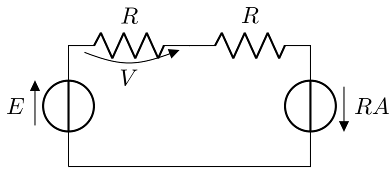
Si ottengono, quindi, due monopoli elettrici che possono essere risolti separatamente.
Quello di sinistra e':



Trasformando il Norton in Thevenin:

$$R_{eq} = R \tag{68}$$

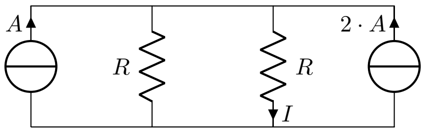
$$V_0 = A \cdot R \tag{69}$$



Quindi, per il partitore di tensione:

$$V = -(E + RA) \cdot \frac{R}{R + R} = -25\,\mathrm{V} \tag{70}$$

Il lato di destra e':

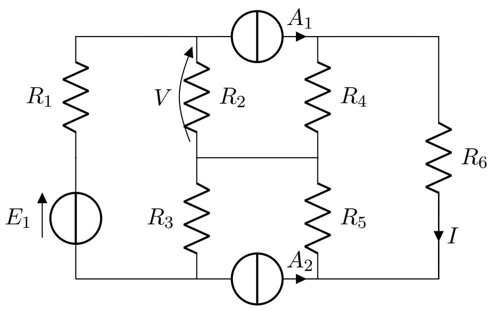


Dal partitore di corrente:

$$I = \frac{A + 2A}{2} = 9\,\mathrm{A} \tag{71}$$

Esercizio C.5.3

Dato il circuito in figura, calcolare la tensione V e la corrente I.

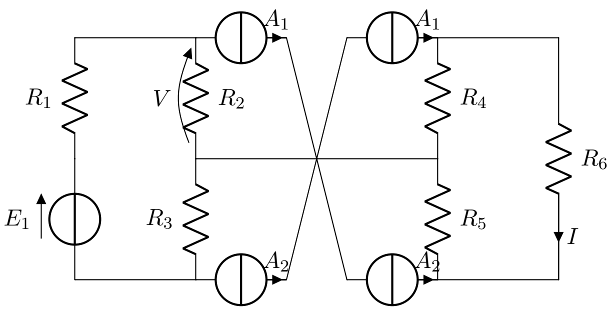


Dati:
$R_1 = 15\ \Omega$
$R_2 = 20\ \Omega$
$R_3 = 5\ \Omega$
$R_4 = 10\ \Omega$
$R_5 = 5\ \Omega$
$R_6 = 25\ \Omega$
$E = 60\,\mathrm{V}$
$A_1 = 5\,\mathrm{A}$
$A_2 = 2\,\mathrm{A}$

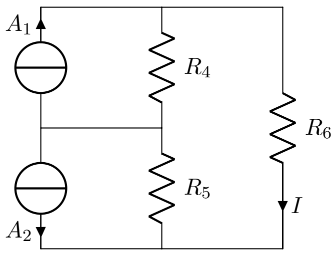
Risultati:
$V = -25V$
$I = 1\,\mathrm{A}$

Soluzione:

L'esercizio i può risolvere sdoppiando i due generatori di corrente. In questo modo si ottengono due reti indipendenti tra loro.



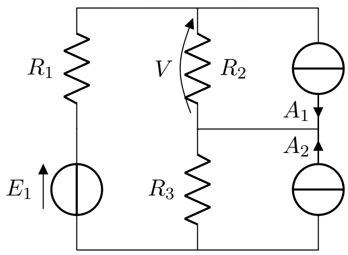
Parte destra:



Questa rete si può risolvere trasformando i due paralleli generatore di corrente / resistore in Thevenin:

$$I = \frac{A_1 R_4 - A_2 R_5}{R_4 + R_5 + R_6} = 1\,\mathrm{A} \tag{72}$$

Parte di sinistra:



Per risolvere questa parte di rete è necessario prestare attenzione. Per non perdere informazioni sull'incognita V, si è scelto di trasformare solo il parallelo di A_2 in thevenin e poi applicare Millman:

$$V = \frac{-A_1 + \dfrac{E_1 - A_2 R_3}{R_3 + R_1}}{\dfrac{1}{R_1 + R_3} + \dfrac{1}{R_2}} = -25\,\mathrm{V} \tag{73}$$
