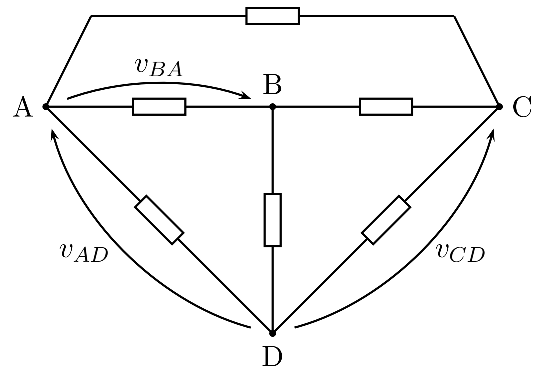
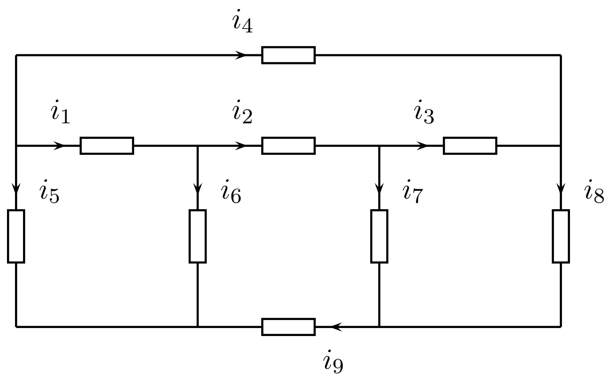
Esercizi di ELETTROTECNICA a.a. 2017/18
Prof. Giambattista GRUOSSO

ES.1 Leggi di Kirchhoff



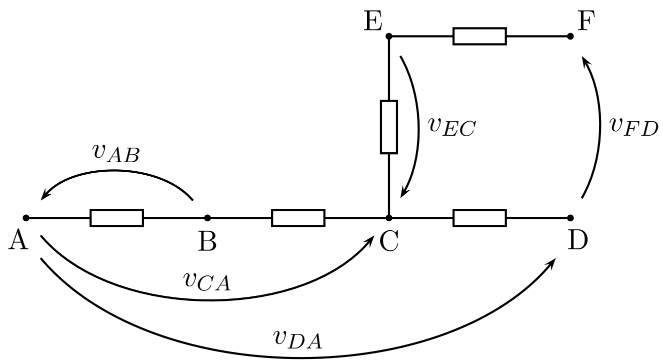
$\leftarrow$ $v_{BA} = 3V$; $v_{AD} = 2V$; $v_{CD} = -1V$
Calcolare le tensioni mancanti applicando le leggi di Kirchhoff.

[$v_{BD} = 5V$; $v_{CB} = -6V$; $v_{CA} = -3V$]



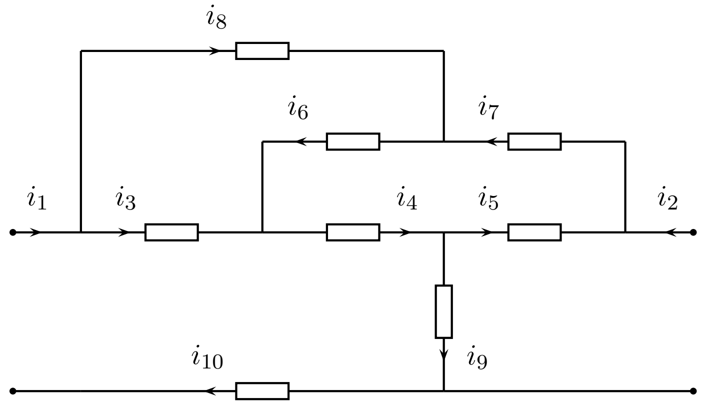
$i_1 = -3A$; $i_4 = 1A$; $i_8 = -2A$; $i_9 = 2A$
Calcolare le correnti mancanti applicando le leggi di Kirchhoff.

[$i_2 = 1A$; $i_3 = -3A$; $i_5 = 2A$; $i_6 = -4A$; $i_7 = 4A$]



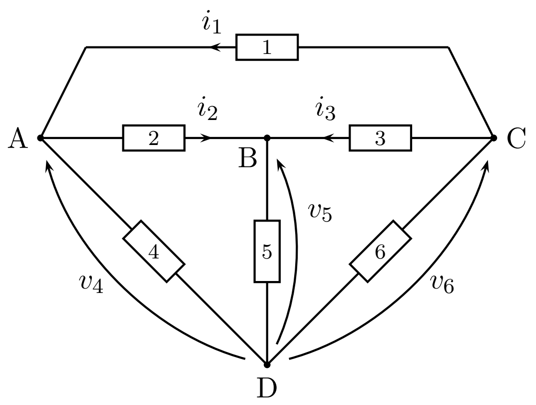
$\leftarrow$ $v_{AB} = 1V$; $v_{EC} = 2V$; $v_{FD} = 5V$; $v_{CA} = 3V$; $v_{DA} = 5V$
Maglie generalizzate: calcolare le tensioni mancanti applicando le leggi di Kirchhoff.

[$v_{BC} = -4V$; $v_{DC} = 2V$; $v_{FE} = 9V$]



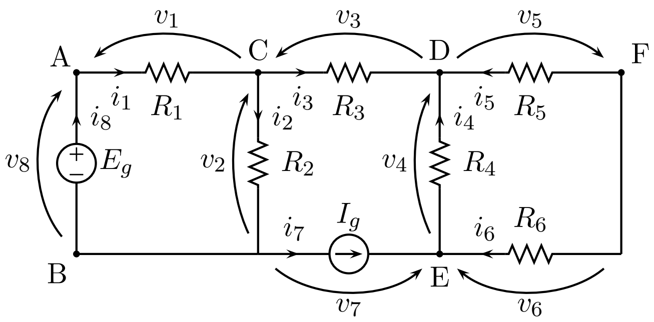
$\leftarrow$ $i_1 = 5A$; $i_2 = 2A$; $i_4 = 3A$; $i_8 = 4A$
Tagli generalizzati: calcolare le correnti mancanti applicando le leggi di Kirchhoff.

[$i_3 = 1A$; $i_5 = -4A$; $i_6 = 2A$; $i_7 = -2A$; $i_9 = 7A$; $i_{10} = 5A$]



$\leftarrow$ $i_1 = -1A$; $i_2 = -2A$; $i_3 = 3A$
$\leftarrow$ $v_4 = 3V$; $v_5 = 1V$; $v_6 = -0,5V$
Calcolare la potenza di ogni elemento.
(Suggerimento: calcolare prima tutte le correnti e tensioni mancanti)

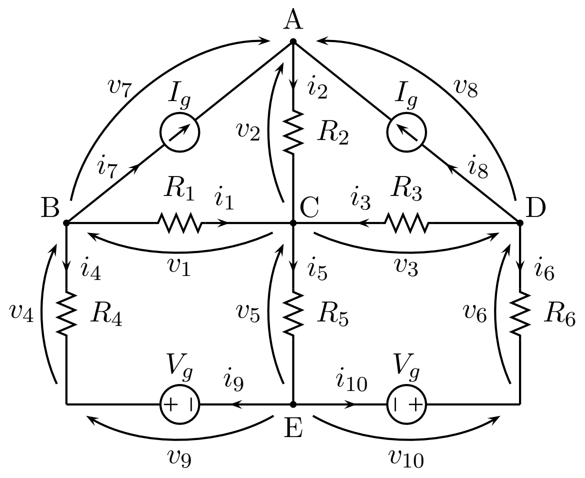
[*in convenzione normale* :
$p_1 = 3,5W$; $p_2 = -4W$; $p_3 = -4,5W$;
$p_4 = 3W$; $p_5 = 1W$; $p_6 = 1W$]



$\leftarrow$ $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $R_6 = 1\Omega$; $E_g = 3V$; $I_g = 6A$

Scrivere e risolvere il sistema risolutivo del circuito, comprendente le relazioni costitutive e le leggi di Kirchhoff.

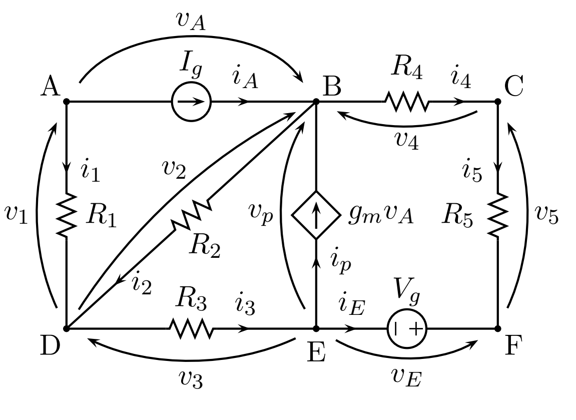
[$i_1 = -3A$; $i_2 = 3A$; $i_3 = -6A$; $i_4 = 3A$;
$i_5 = 3A$; $i_6 = -3A$; $i_7 = 6A$; $i_8 = -3A$;
$v_1 = -3V$; $v_2 = 6V$; $v_3 = -18V$;
$v_4 = -9V$; $v_5 = 6V$; $v_6 = 3V$; $v_7 = 33V$]



$\leftarrow$ $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $R_5 = 4\Omega$; $R_6 = 2\Omega$; $I_g = 2A$; $E_g = 40V$.

Scrivere e risolvere il sistema risolutivo del circuito, comprendente le relazioni costitutive e le leggi di Kirchhoff per tensioni e correnti.

[$v_1 = 2V$; $v_2 = 4V$; $v_3 = 3V$; $v_4 = -8V$;
$v_5 = 30V$; $v_6 = -7V$; $v_7 = 2V$; $v_8 = 1V$;
$v_9 = 40V$; $v_{10} = 40V$;
$i_1 = 2A$; $i_2 = 4A$; $i_3 = 1.5A$; $i_4 = -4A$;
$i_5 = 7.5A$; $i_6 = -3.5A$; $i_7 = 2A$; $i_8 = 2A$;
$i_9 = 4A$; $i_{10} = 3.5A$]

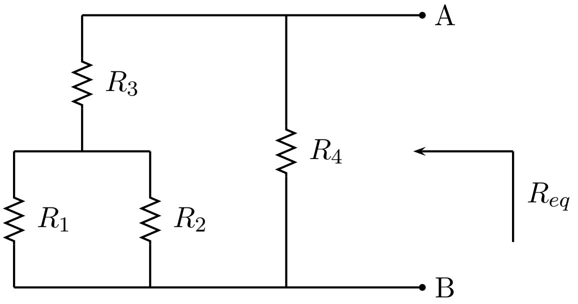


$\leftarrow$ $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; $g_m = 0.1S$; $I_g = 2A$; $V_g = 5V$.

Scrivere e risolvere il sistema risolutivo del circuito, comprendente le relazioni costitutive e le leggi di Kirchhoff.

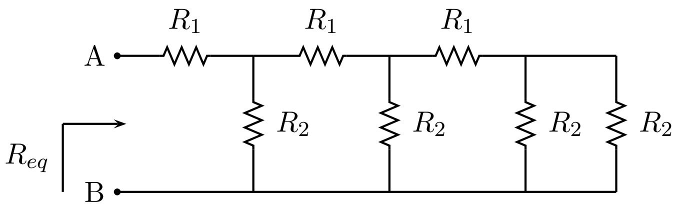
[$v_1 = -4V$; $v_2 = 6V$; $v_3 = -1V$;
$v_4 = -1.5V$; $v_5 = -4.5V$; $v_A = 10V$;
$v_E = 5V$; $v_p = 5V$; $i_1 = -2A$; $i_2 = 1.5A$;
$i_3 = -0.5A$; $i_4 = -1.5A$; $i_5 = -1.5A$;
$i_A = 2A$; $i_E = 1.5A$; $i_p = 1A$]

ES.2 Resistenza equivalente



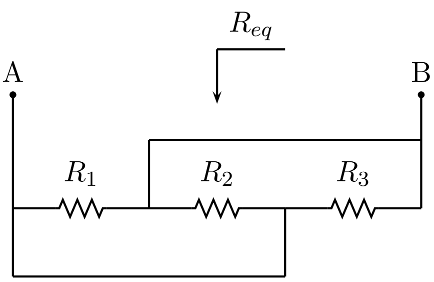
← $R_1 = \frac{1}{2}\Omega$; $R_2 = \frac{1}{5}\Omega$; $R_3 = \frac{6}{7}\Omega$; $R_4 = 2\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = \frac{2}{3}\Omega$]



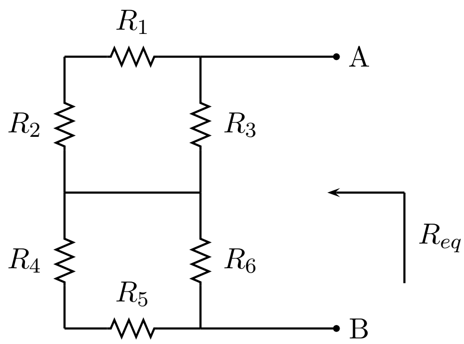
← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = 2\Omega$]



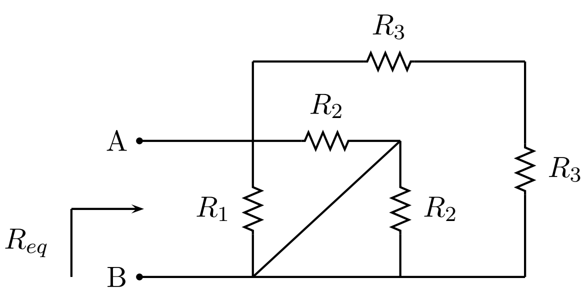
← $R_1 = 30\Omega$; $R_2 = 30\Omega$; $R_3 = 30\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = 10\Omega$]



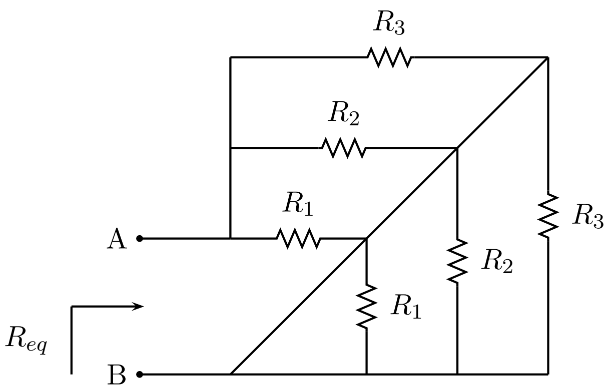
← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; $R_6 = 3\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = (R_1{+}R_2) /\!\!/ R_3 + (R_4{+}R_5) /\!\!/ R_6 = 4\Omega$]



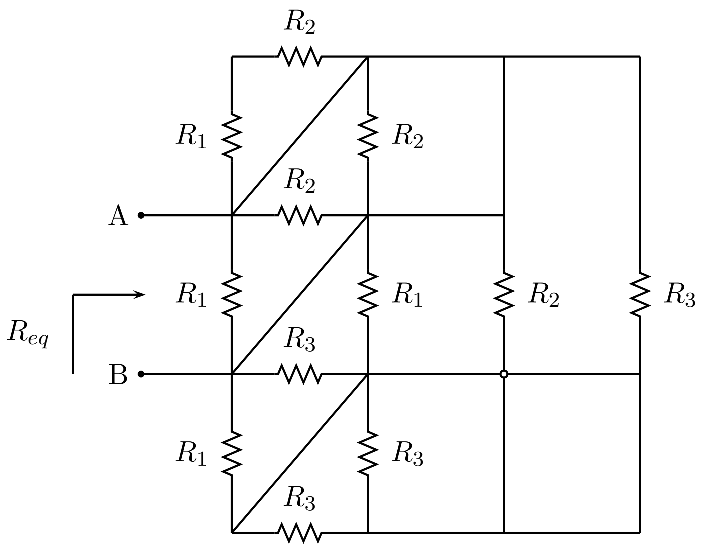
← $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 4\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = 2\Omega$]



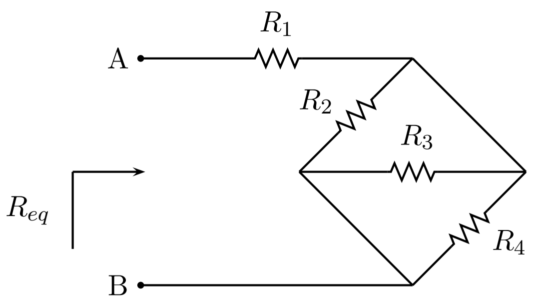
← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 3\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = 1\Omega$]



← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

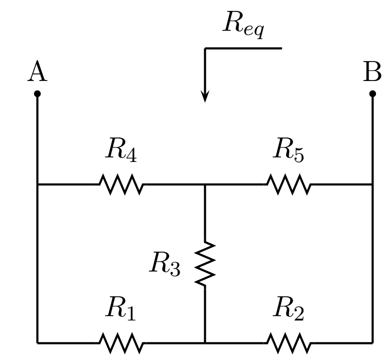
[$R_{eq} = 0\Omega$]



← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 4\Omega$
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

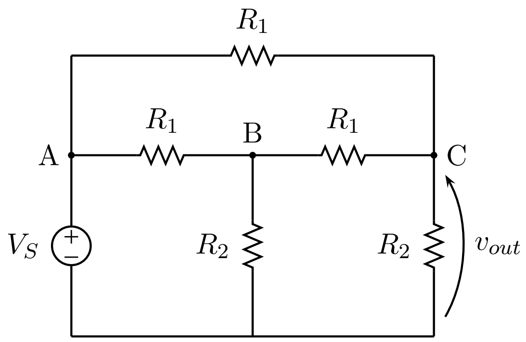
[$R_{eq} = R_1 + (R_2 // R_3 // R_4) = 3\Omega$]

ES.2 Trasformazione stella - triangolo



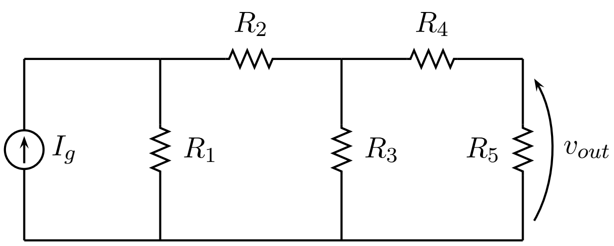
← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 2\Omega$;
$R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 3\Omega$.
Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

[$R_{eq} = (R_4//R_{13} + R_5//R_{23})//R_{12} = 2,4\ \Omega$]



← $R_1 = 30\Omega$; $R_2 = 10\Omega$; $V_S = 20V$
Calcolare la tensione v_{out}.

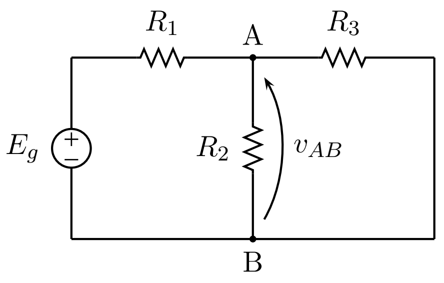
[$v_{out} = V_S/4 = 5V$]



← $R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 5\Omega$; $R_3 = 6\Omega$;
$R_4 = 4\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $I_g = 1A$
Calcolare v_{out} prima eseguendo una trasformazione da stella a triangolo, poi da triangolo a stella, e confrontare i risultati.

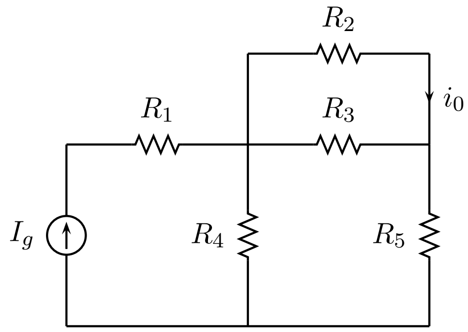
[$v_{out} = 0,5V$]

ES.2 Partitori di tensione e corrente



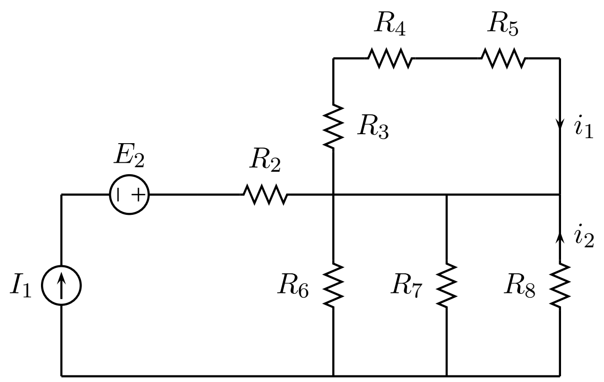
← $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 8\Omega$; $E_g = 8V$
Calcolare la tensione v_{AB} indicata sul circuito.

[$v_{AB} = 4V$]



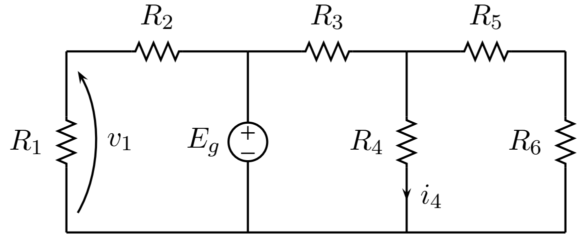
← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $I_g = 3A$
Calcolare la corrente i_0 indicata sul circuito.

[$i_0 = 1A$]



← $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 1\Omega$; $R_6 = 6\Omega$; $R_7 = 3\Omega$; $R_8 = 2\Omega$; $I_1 = 4A$; $E_2 = 2V$
Calcolare le correnti i_1 e i_2 indicate sul circuito.

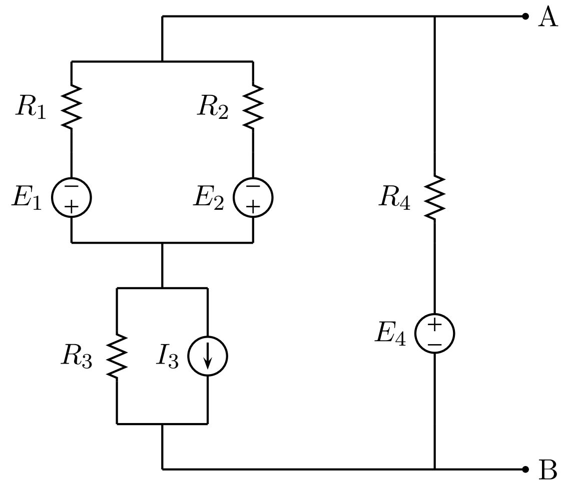
[$i_1 = 0A$ $\quad i_2 = -2A$]



← $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 5\Omega$; $R_6 = 7\Omega$; $E_g = 9V$
Calcolare la tensione v_1 e la corrente i_4 indicate sul circuito.

[$v_1 = 6V$ $\quad i_4 = 0.75A$]

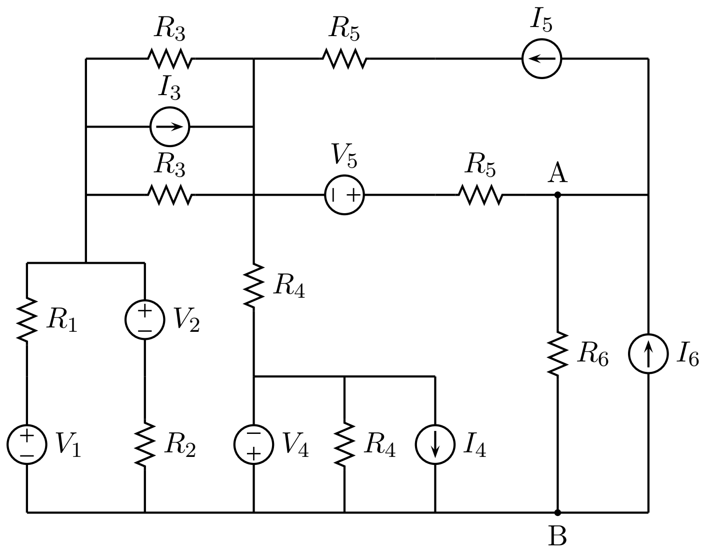
ES.2 Trasformazione di generatori reali



← $R_1 = 2\Omega$; $E_1 = 2V$; $R_2 = 2\Omega$; $E_2 = 3V$; $R_3 = 3\Omega$; $I_3 = 1A$; $R_4 = 4\Omega$; $E_4 = 3V$

Semplificare il circuito fino ad ottenere un equivalente composto da un solo generatore e un solo resistore.

[$I_{eq} = \frac{5}{8}A$ $R_{eq} = 2\Omega$]

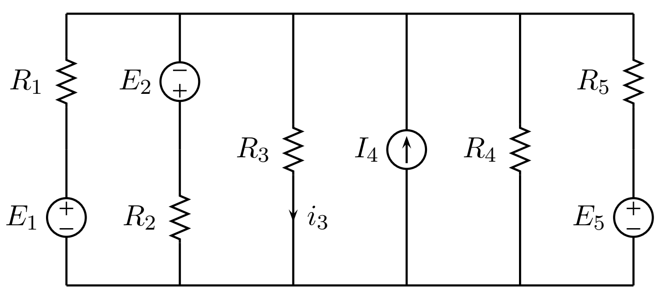


← $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 1\Omega$; $R_6 = 3\Omega$; $V_1 = 6V$; $V_2 = 9V$; $I_3 = 1A$; $V_4 = 6V$; $I_4 = 6A$; $V_5 = 5V$; $I_5 = 3A$; $I_6 = 2A$;

Semplificare il circuito componendo e trasformando ripetutamente i generatori e resistori, fino ad ottenere un equivalente ai nodi A e B composto da un solo generatore e un solo resistore.

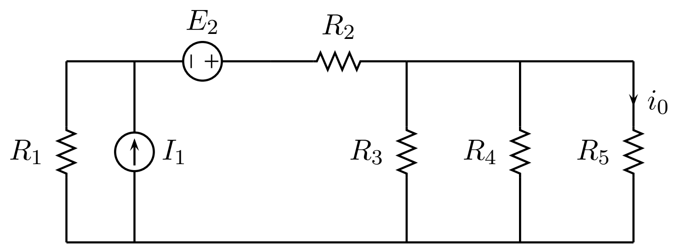
[$R_{eq} = 1.5\Omega$ $V_{eq} = 6V$ $I_{eq} = 4A$]

ES.3 Teoremi delle reti



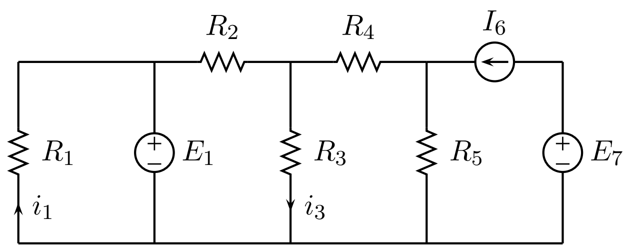
← $R_1 = 3\Omega$; $E_1 = 3V$; $R_2 = 5\Omega$; $E_2 = 2V$; $R_3 = 1\Omega$; $I_4 = 2A$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 1\Omega$; $E_5 = 3V$.
Calcolare la corrente i_3 utilizzando il *teorema di Millmann.*

[$i_3 = 84/53\ A$]



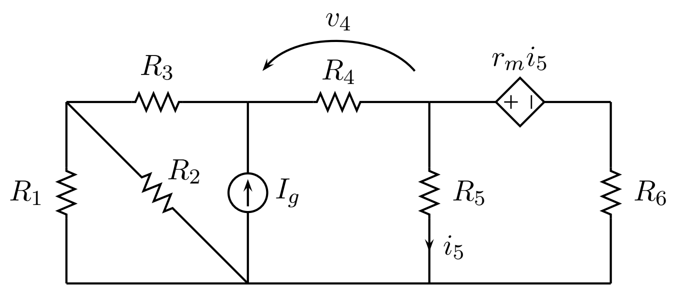
← $R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $I_1 = 4A$; $E_2 = 40V$
Calcolare la corrente i_0 indicata sul circuito mediante l'uso del *teorema di sovrapposizione degli effetti.*

[$i_0 = 3A$]



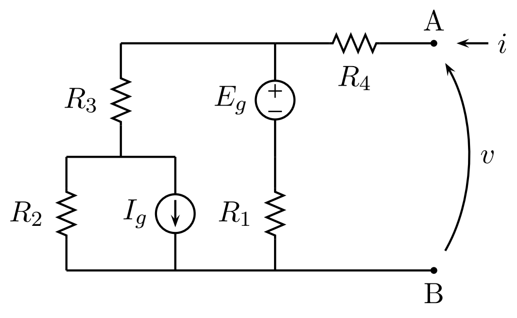
← $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $I_6 = 9A$; $E_1 = 18V$; $E_7 = 27V$
Calcolare le correnti i_1 e i_3 indicate sul circuito utilizzando il *teorema di sovrapposizione degli effetti.*

[$i_1 = -3A \quad i_3 = 2,5A$]



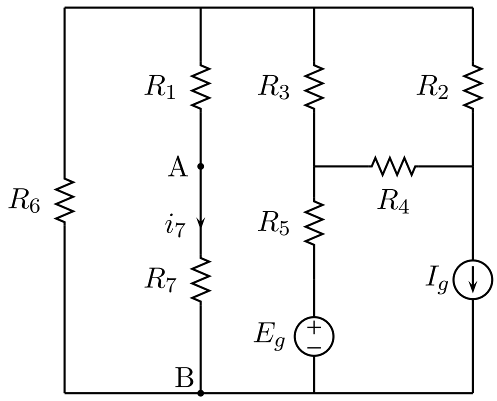
← $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $R_6 = 6\Omega$; $r_m = 5\Omega$; $I_g = 7.5A$
Calcolare la tensione v_4 indicata sul circuito utilizzando il *teorema di sovrapposizione degli effetti.*

[$i_5 = 6A \quad v_4 = 6V$]



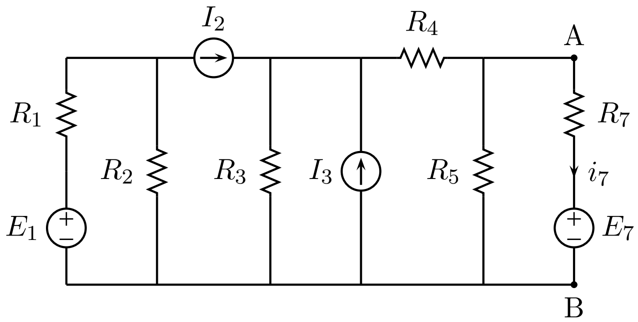
← $R_1 = 20\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 10\Omega$; $E_g = 40V$; $I_g = 5A$.
Calcolare e rappresentare l'equivalente Thvnin ai morsetti **A** e **B**.

[$R_{eq} = 50/3\Omega \qquad V_{eq} = 0V$]



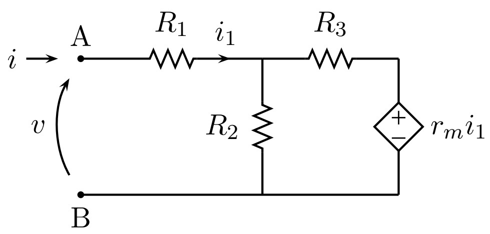
$\leftarrow R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 9\Omega$; $R_3 = 9\Omega$; $R_4 = 9\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $R_6 = 8\Omega$; $R_7 = 2\Omega$; $E_g = 20V$; $I_g = 4A$.
Utilizzando il teorema di Thvnin calcolare la corrente nella resistenza R_7.

[$R_{eq} = 8\Omega$ $V_{eq} = 20V$ $i_7 = 2A$]



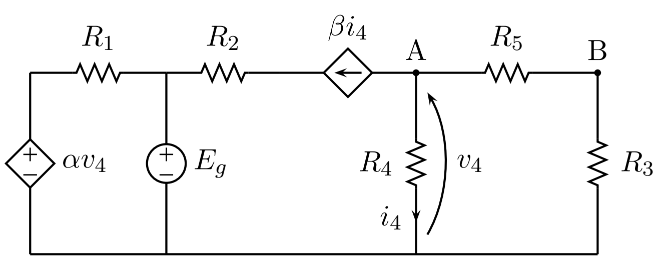
$\leftarrow R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 2,5\Omega$; $E_1 = 1V$; $I_2 = 2A$; $I_3 = 3A$; $R_7 = 3\Omega$; $E_7 = 2V$.
Calcolare e rappresentare l'equivalente Norton e l'equivalente Thvnin ai morsetti A-B
Determinare quindi la corrente i_7.

[$I_{eq} = 2A$ $V_{eq} = 4V$ $R_{eq} = 2\Omega$ $i_7 = 0.4A$]



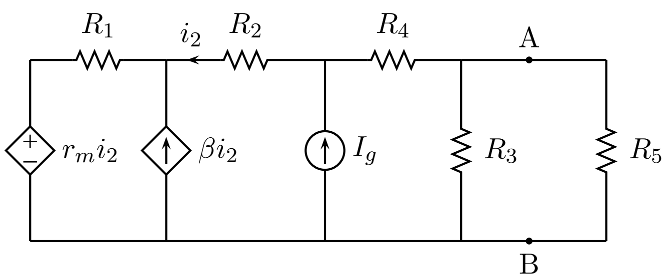
$\leftarrow R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $r_m = 4\Omega$;
Calcolare e rappresentare l'equivalente Thvnin ai morsetti **A** e **B**.

[$R_{eq} = 7\Omega$ $V_{eq} = 0V$]



$\leftarrow R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 5\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $\alpha = 2$; $\beta = 4$; $E_g = 5V$
Calcolare e rappresentare l'equivalente Norton e l'equivalente Thvnin ai morsetti A-B e determinare la tensione ai capi di R_5.

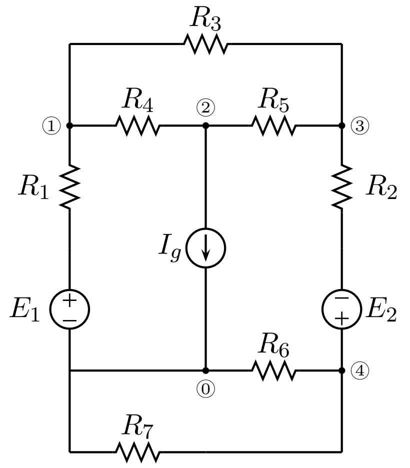
[$R_{eq} = 3\Omega$ $V_{eq} = 0V$ $I_{eq} = 0A$]



$\leftarrow R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $R_5 = 4\Omega$; $r_m = 3\Omega$; $\beta = 2$; $I_g = 3A$
Calcolare e rappresentare l'equivalente Thvnin ai morsetti A-B e determinare la tensione ai capi di R_5.

[$R_{eq} = 4\Omega$ $V_{eq} = 10V$ $v_5 = 5V$]

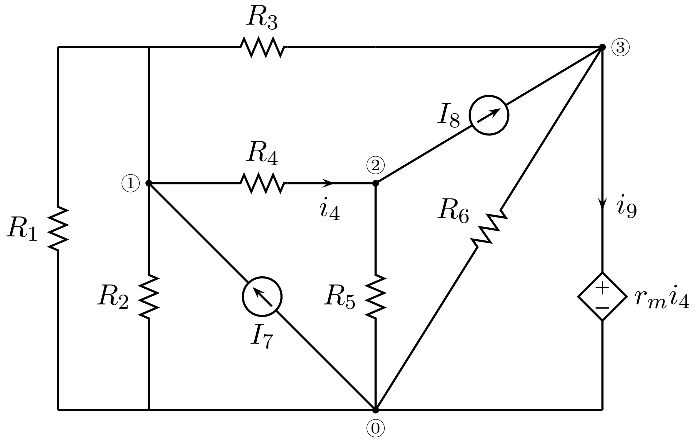
ES.3 Metodo dei Potenziali ai Nodi



← $R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; $R_6 = 2\Omega$; $R_7 = 2\Omega$; $E_1 = 4V$; $E_2 = 2V$; $I_g = -3A$.

- Scrivere in forma letterale il sistema di equazioni ottenuto con il metodo dei potenziali ai nodi.
- Scrivere in forma numerica il sistema matriciale corrispondente.
- Calcolare tutti i potenziali di nodo risolvendo il sistema.

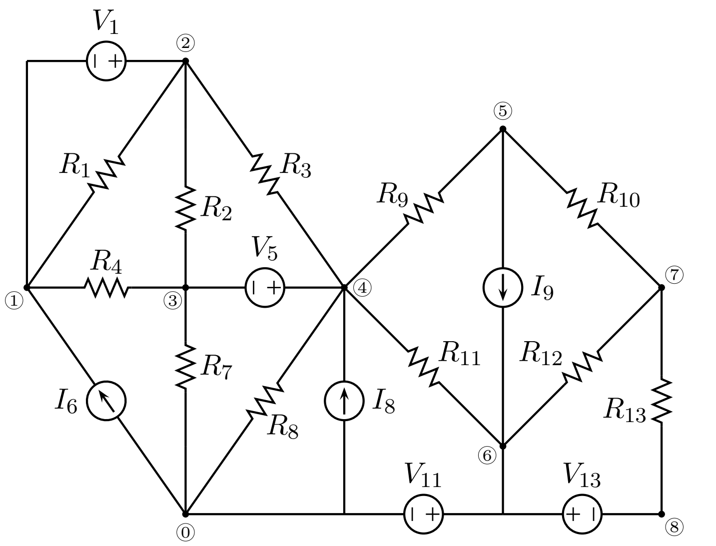
[$vn_1 = 9V$; $vn_2 = 13V$; $vn_3 = 8V$; $vn_4 = 2V$]



← $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 6\Omega$ $r_m = 12\Omega$; $I_7 = 5/2A$; $I_8 = 5/2A$

Calcolare tutti i potenziali di nodo scrivendo e risolvendo il sistema di equazioni del metodo dei potenziali ai nodi.

[$vn_1 = 9V$; $vn_2 = -3V$; $vn_3 = 24V$; $i_4 = 2A$; $i_9 = -4A$]

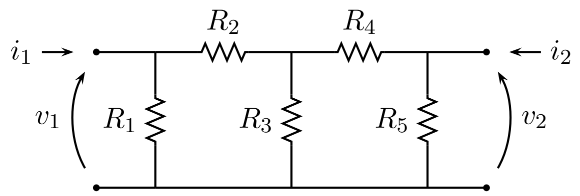


← $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_7 = R_8 = R_9 = $
$= R_{10} = R_{11} = R_{12} = R_{13} = 1\Omega$
$V_1 = 2V$; $V_5 = 2V$; $V_{11} = 4V$; $V_{13} = 3V$; $I_6 = 2A$; $I_8 = 4A$; $I_9 = 2A$

Calcolare tutti i potenziali di nodo scrivendo e risolvendo il sistema di equazioni del metodo dei potenziali ai nodi.

[$vn_1 = 1.47V$; $vn_2 = 3.47V$; $vn_3 = 1.47V$; $vn_4 = 3.47V$; $vn_5 = 1.88V$; $vn_6 = 4V$; $vn_7 = 2.29V$; $vn_8 = 1V$]

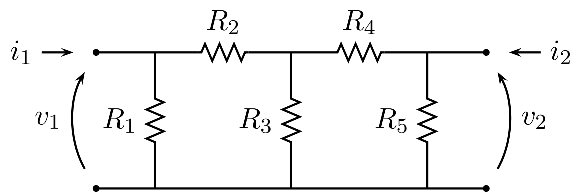
ES.4 Doppi Bipoli resistivi



← $R_1 = 16\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $R_5 = 8\Omega$;

Calcolare la matrice delle conduttanze **G** della rappresentazione controllata in tensione applicando la *definizione operativa*.

[$g_{11} = \frac{1}{4}S$; $g_{12} = g_{21} = -\frac{1}{8}S$; $g_{22} = \frac{3}{8}S$]

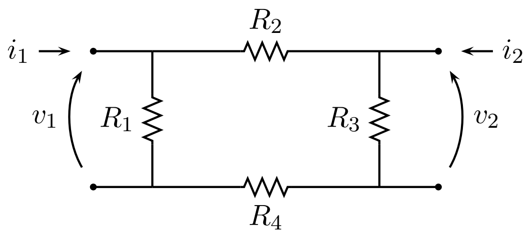


$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1/4 & -1/8 \\ -1/8 & 3/8 \end{bmatrix} S$$

← $R_1 = 16\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $R_5 = 8\Omega$;

Dato il Doppio Bipolo dell'esercizio precedente e la sua matrice delle conduttanze **G** ricavare la matrice ibrida inversa **H′**.

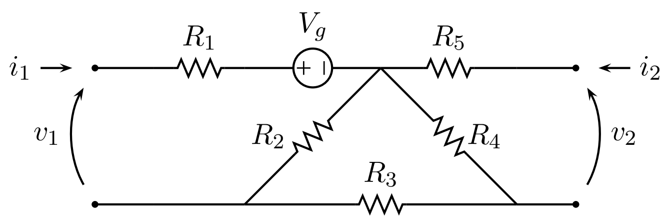
$$\mathbf{H}' = \begin{bmatrix} 5/24 & -1/3 \\ 1/3 & 8/3 \end{bmatrix}$$



← $R_1 = R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 5\Omega$;

Calcolare la matrice resistenza **R** e la matrice conduttanza **G** del doppio bipolo di figura.

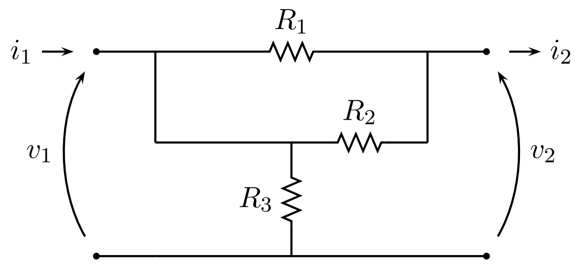
$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 8/9 & 2/9 \\ 2/9 & 14/9 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} 7/6 & -1/6 \\ -1/6 & 2/3 \end{bmatrix}$$



← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 1\Omega$; $V_g = 3V$.

Calcolare la rappresentazione controllata in corrente per il doppio bipolo di figura.

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 3/2 \\ 3/2 & 13/4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

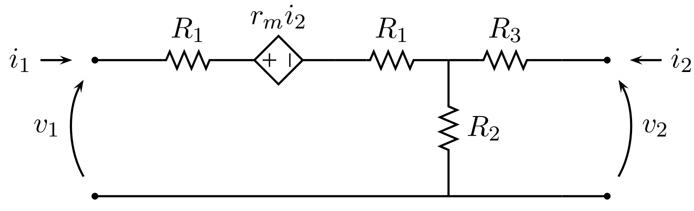


← $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$;

Calcolare le matrici di trasmissione diretta **T** e inversa **T′** per il doppio bipolo di figura.

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 2 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{T}' = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

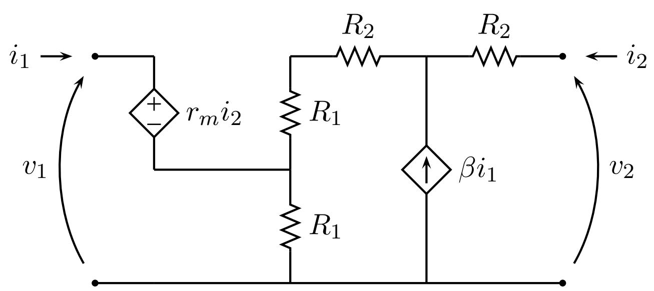
ES.4 Doppi Bipoli resistivi con sorgenti pilotate



← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $r_m = 2\Omega$.

Calcolare la matrice resistenza **R** per il doppio bipolo di figura.

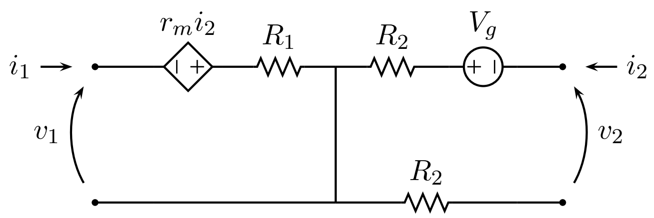
$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 10 & 8 \\ 6 & 9 \end{bmatrix} \Omega$$



← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $r_m = 10\Omega$; $\beta = 1$.

Calcolare la matrice ibrida inversa $\mathbf{H'}$ per il doppio bipolo di figura.

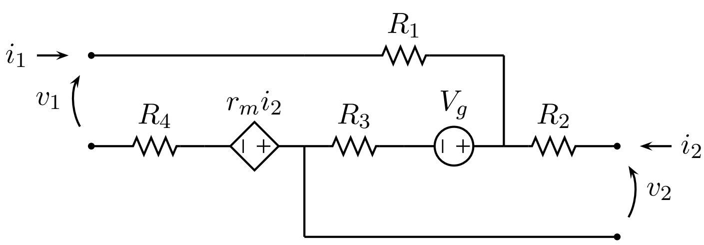
$$\mathbf{H'} = \begin{bmatrix} 1/4 & -3 \\ 9/4 & -17 \end{bmatrix}$$



← $R_1 = R_2 = 1\Omega$; $r_m = -4\Omega$; $V_g = 1V$.

Calcolare la rappresentazione controllata in tensione per il doppio bipolo di figura.

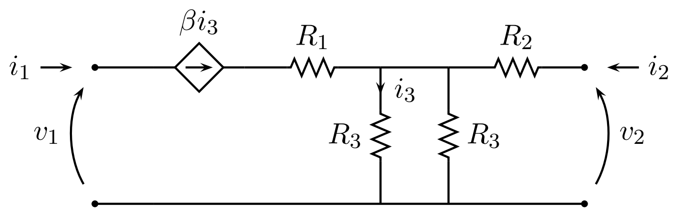
$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -2 \\ 1/2 \end{bmatrix}$$



← $R_1 = 7\Omega$; $R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 7\Omega$; $r_m = 1\Omega$; $V_g = 8V$.

Calcolare la rappresentazione controllata in corrente per il doppio bipolo di figura.

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 & 7 \\ 6 & 14 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 8 \\ 8 \end{bmatrix}$$

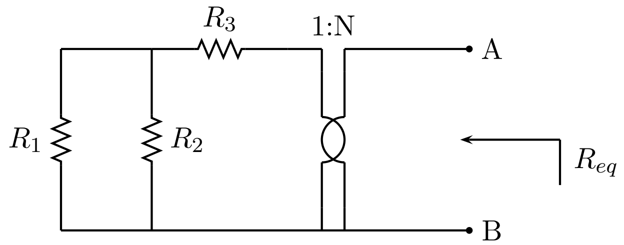


← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $\beta = 1$.

Calcolare la matrice ibrida inversa $\mathbf{H'}$ per il doppio bipolo di figura.

$$\mathbf{H'} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 5 \end{bmatrix}$$

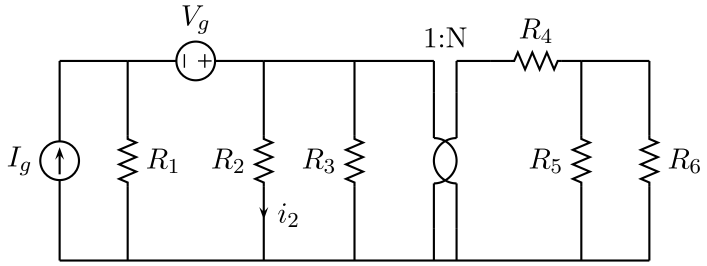
ES.5 Trasformatori Ideali e Amplificatori Operazionali



← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 1\Omega$; $N = 2$.

Calcolare R_{eq} vista fra i nodi **A** e **B**.

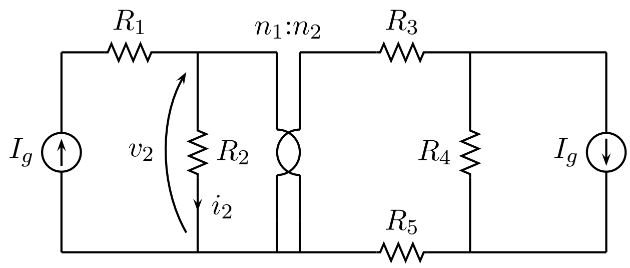
[$R_{eq} = 12\Omega$]



← $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $R_5 = 12\Omega$; $R_6 = 6\Omega$; $I_g = 5A$; $V_g = 20V$; $N = 2$.

Utilizzando il *teorema di Thvnin* calcolare la corrente e la tensione ai capi di R_2.

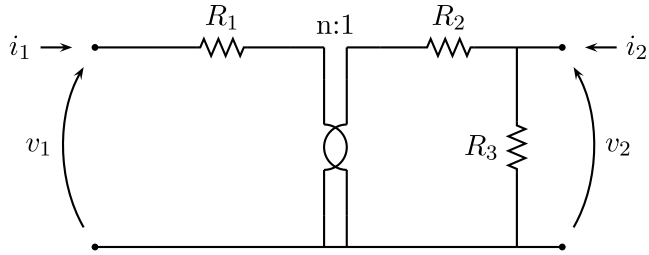
[$i_2 = 3.125A$; $v_2 = 6.25V$]



← $R = 3\Omega$; $R_1 = R$; $R_2 = 2R$; $R_3 = 3R$; $R_4 = 4R$; $R_5 = 5R$; $n_1 = 2$; $n_2 = 3$; $I_g = 11A$.

Calcolare la corrente i_2 e la tensione v_2 ai capi di R_2.

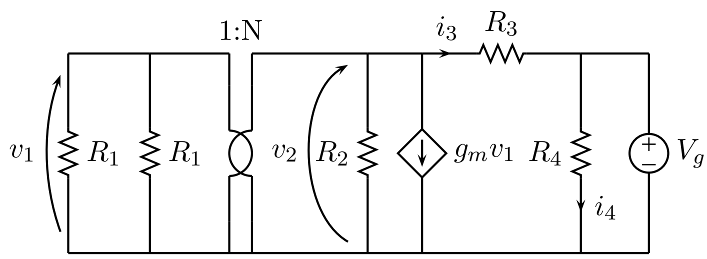
[$i_2 = 4A$; $v_2 = 24V$]



← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 1\Omega$; $N = 2$.

Calcolare la matrice ibrida **H** per il doppio bipolo di figura.

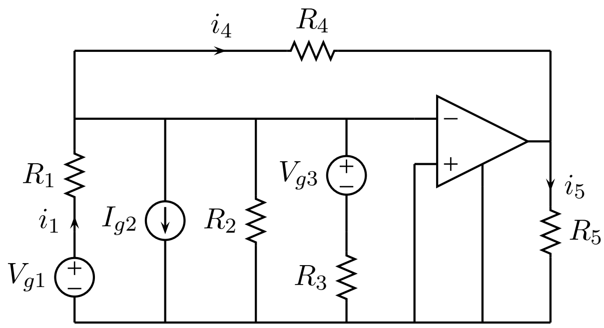
$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 19 & 2 \\ -2 & 1 \end{bmatrix}$$



← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $g_m = 2S$; $N = 2$; $V_g = 5V$.

Calcolare la tensione v_2 e le correnti i_3 e i_4 rappresentate in figura.

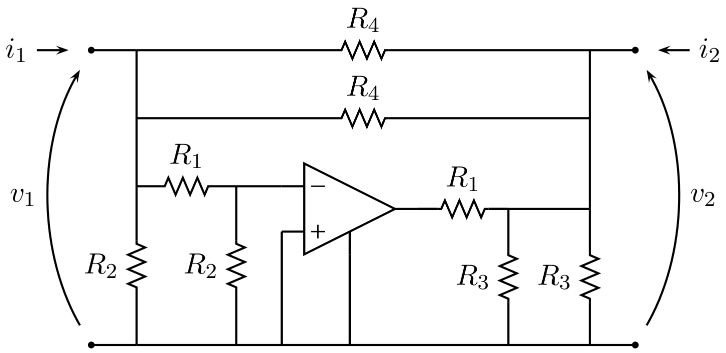
[$v_2 = 1V$; $i_3 = -2A$; $i_4 = 1.25A$]



← $R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 7\Omega$; $R_4 = 5\Omega$; $R_5 = 5\Omega$; $V_{g1} = 20V$; $I_{g2} = 2A$; $V_{g3} = 21V$.

Calcolare le correnti i_1 i_4 i_5 rappresentate in figura.

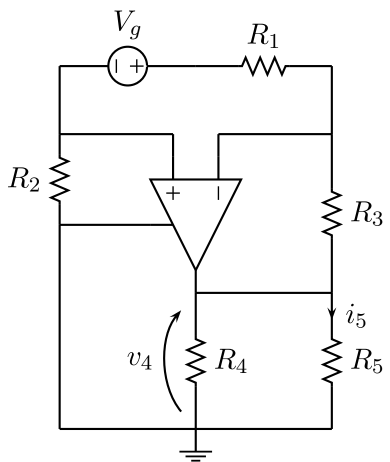
[$i_1 = 4A$; $i_4 = 5A$; $i_5 = -5A$]



← $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$; $R_3 = 30\Omega$; $R_4 = 40\Omega$.

Calcolare la matrice resistenza **R** del doppio bipolo di figura.

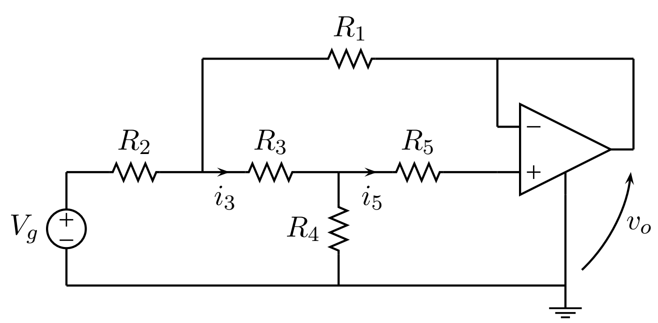
$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -20 & 0 \end{bmatrix} \Omega$$



← $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 15\Omega$; $R_3 = 5\Omega$; $R_4 = 15\Omega$; $R_5 = 10\Omega$; $V_g = 40V$.

Calcolare la tensione v_4 ai capi di R_4 e la corrente i_5 in R_5 rappresentate in figura.

[$v_4 = -20V$; $i_5 = -2A$]

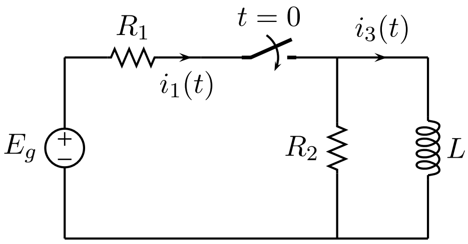


← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $R_5 = 5\Omega$; $V_g = 15V$.

Calcolare le correnti i_3 i_5 e la tensione v_o rappresentate in figura.

[$i_3 = 1A$; $i_5 = 0A$; $v_o = 4V$]

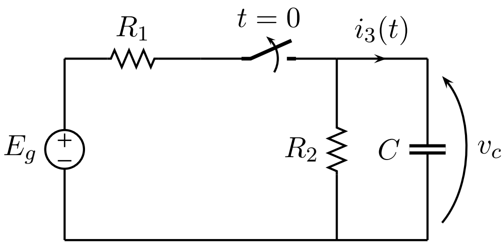
ES.6 Bipoli dinamici



$\leftarrow R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $L = 0.1H$; $E_g = 10V$.

Il circuito, con l'interruttore aperto, opera a regime. L'interruttore si chiude in $t = 0$. Determinare, per $t > 0$, la corrente $i_3(t)$ e disegnarne l'andamento.

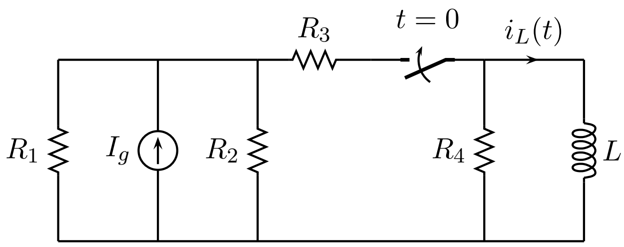
[$i_3(t) = 10\ (1 - e^{-5t})\ A \qquad t > 0$]
[$i_1(t) = 10 - 5\ e^{-5t})\ A \qquad t > 0$]



$\leftarrow R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $C = 10mF$; $E_g = 10V$.

Il circuito, con l'interruttore chiuso, opera a regime. L'interruttore si apre in $t = 0$. Determinare, per $t > 0$, la corrente $i_3(t)$ e disegnarne l'andamento.

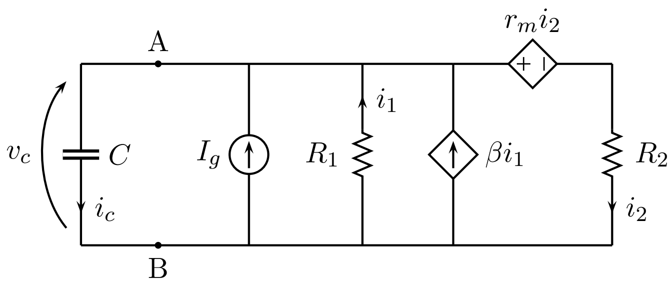
[$i_3(t) = -5\ e^{-t/10\,ms}\ \ A \qquad t > 0$]



$\leftarrow R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 12\Omega$; $L = 5mH$; $I_g = 4A$.

Il circuito, con l'interruttore aperto, opera a regime. L'interruttore si chiude in $t = 0$. Determinare, per $t > 0$, la corrente $i_L(t)$ e calcolare il tempo necessario perch essa arrivi al 64% del suo valore di regime.

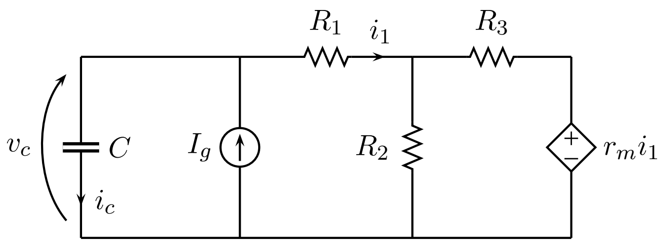
[$i_L(t) = 2\ (1 - e^{-600t})\ A$; $t_{64\%} = 1.7ms$]



$\leftarrow R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $r_m = 3\Omega$; $\beta = -2$; $C = 2mF$; $I_g = 1/2\ A$; $v_c(0) = 10\ V$.

Al tempo $t = 0$ il condensatore carico. Determinare, per $t > 0$, la tensione sul condensatore $v_c(t)$ e disegnarne l'andamento.

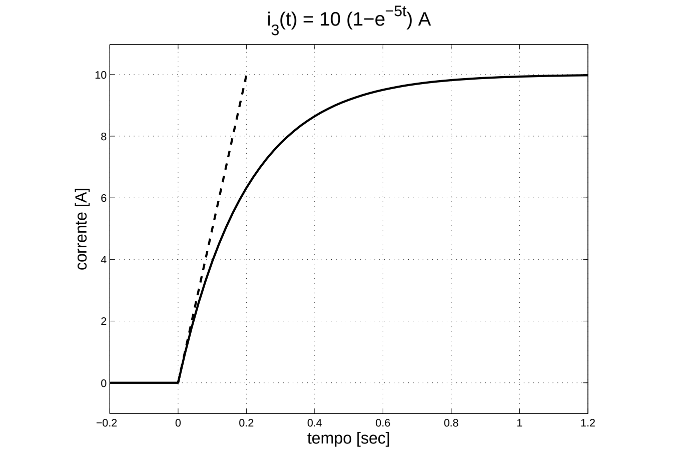
[$v_c(t) = 6\,e^{-t/\,16\,ms} + 4\ \ V \qquad t > 0$]

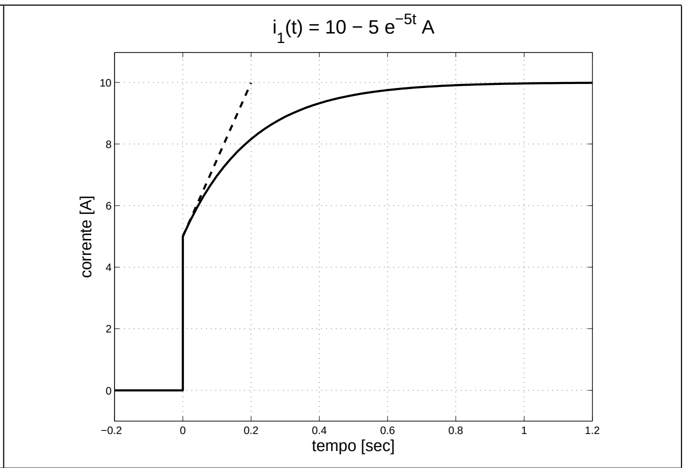


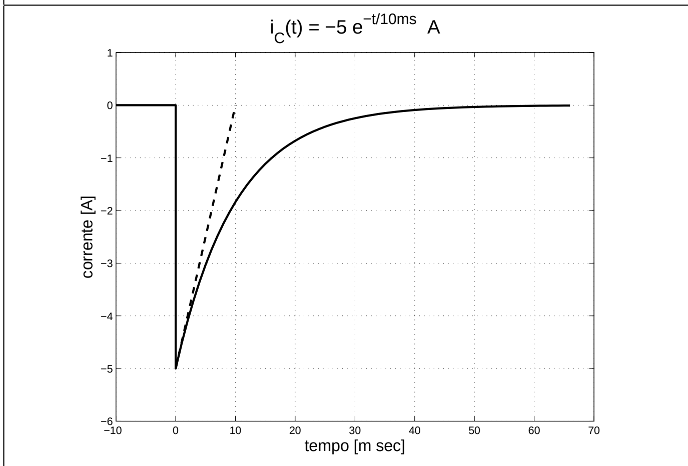
$\leftarrow R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $r_m = 4\Omega$; $C = 2mF$; $I_g = 2\ A$; $v_c(0) = 4\ V$.

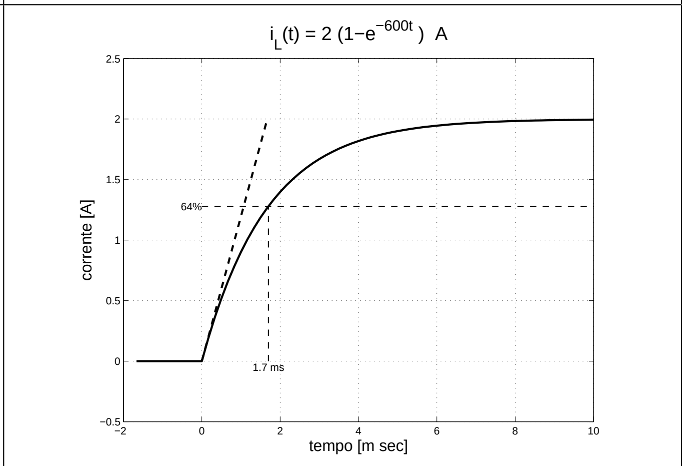
Al tempo $t = 0$ il condensatore carico. Determinare, per $t > 0$, la corrente nel condensatore $i_c(t)$ e disegnarne l'andamento.

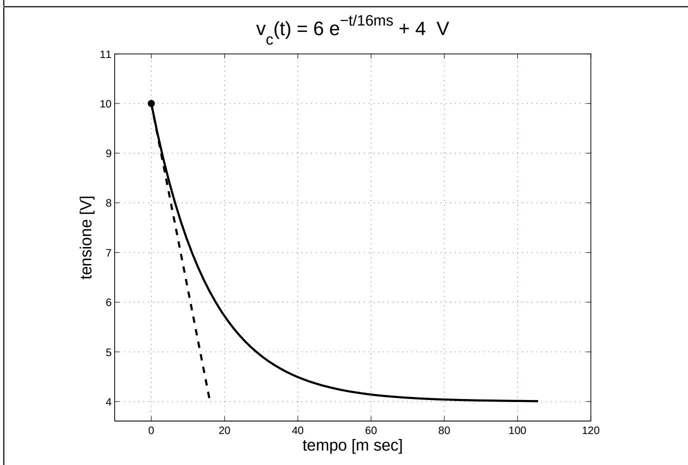
[$i_c(t) = 2\,e^{-t/7\,ms}\ \ A \qquad t > 0$]

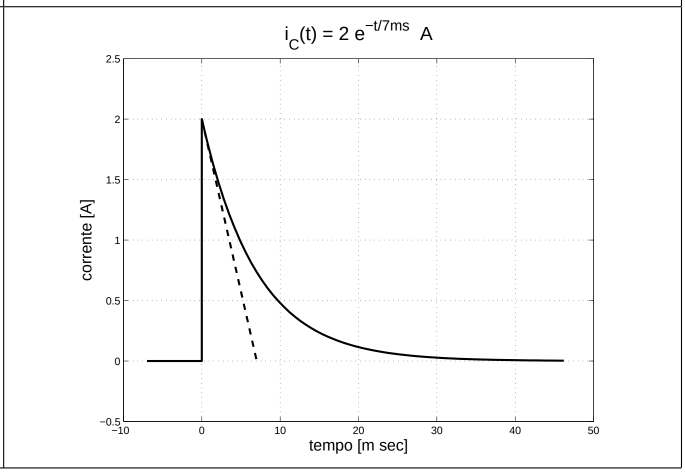

$i_3(t) = 10\,(1 - e^{-5t})$ A
corrente [A]
tempo [sec]


$i_1(t) = 10 - 5\,e^{-5t}$ A
corrente [A]
tempo [sec]

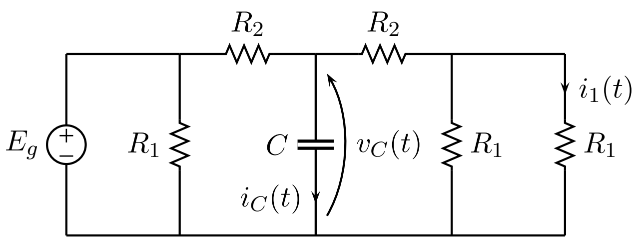

$i_C(t) = -5\,e^{-t/10ms}$ A
corrente [A]
tempo [m sec]


$i_L(t) = 2\,(1 - e^{-600t})$ A
corrente [A]
64%
1.7 ms
tempo [m sec]


$v_c(t) = 6\,e^{-t/16ms} + 4$ V
tensione [V]
tempo [m sec]

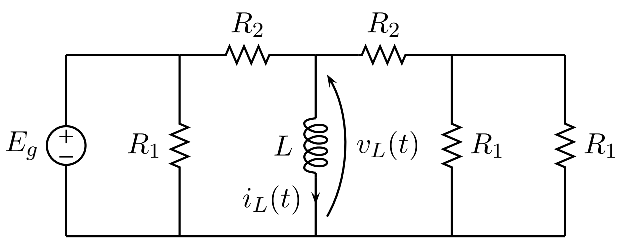

$i_C(t) = 2\,e^{-t/7ms}$ A
corrente [A]
tempo [m sec]

ES.6 Bipoli dinamici



$\leftarrow R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $C = 3mF$; $E_g = 10V$.

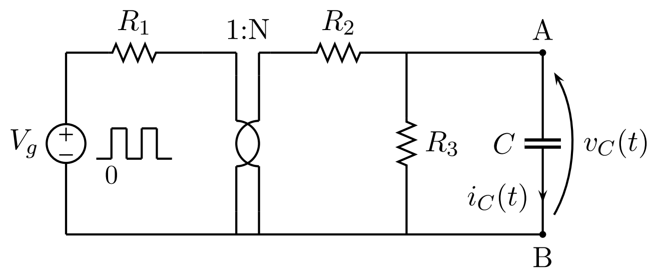
Al tempo t=0 il condensatore carico al valore $v_C(0)$=12V. Determinare la corrente $i_1(t)$ e disegnarne l'andamento per $t > 0$.



$\leftarrow R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $L = 3mH$; $E_g = 10V$.

Al tempo t=0 l'induttore carico al valore $i_L(0)$=3A. Determinare la tensione sull'induttore $v_L(t)$ e disegnarne l'andamento per $t > 0$.

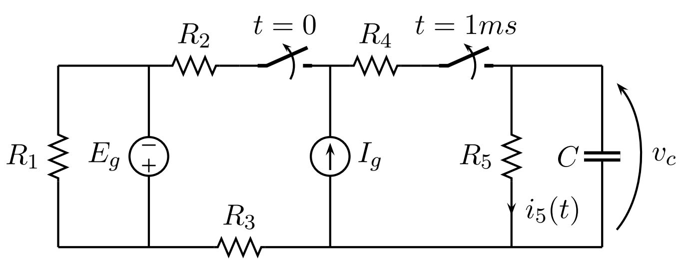
[$v_L(t) = 3e^{-t/2ms}$ V]



$\leftarrow$ $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $N = 2$; $C = 40\mu F$; $V_g = 6V$.

Il circuito alimentato da una sorgente ad onda quadra (periodica di periodo $T = 2ms$) di valore $V_g = 6V$ nell'intervallo $0 < t < T/2$ e $V_g = 0V$ in $T/2 < t < T$.
Calcolare e rappresentare la tensione $v_C(t)$ in un suo ciclo completo (carica e scarica).

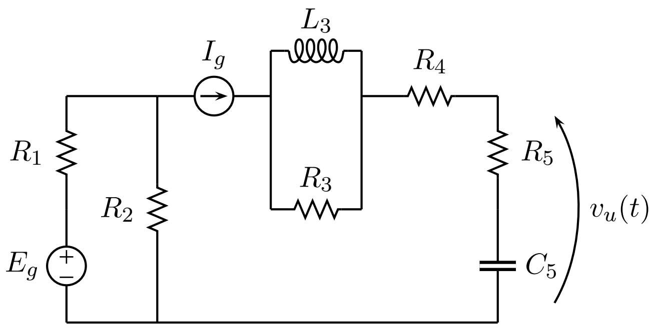
[$v_C(t) = 4 - 4e^{-t/80\mu s}$ $\quad 0 < t < 1ms$
$v_C(t) = 4e^{-(t-1ms)/80\mu s}$ $\quad 1ms < t < 2ms$]



$\leftarrow R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; $C = 0.2mF$; $I_g = 1A$; $E_g = 10V$.

Il circuito, con gli interruttori chiusi, opera a regime. Il primo interruttore si apre in $t = 0$, il secondo in $t = 1ms$. Determinare, per $t > 0$, la corrente $i_5(t)$ e disegnarne l'andamento.

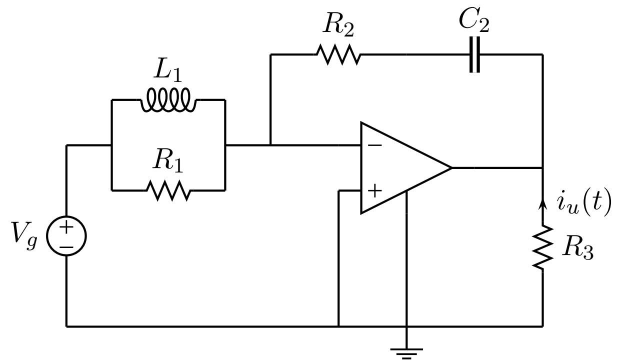
[$i_5(t) = \frac{v_c(t)}{R_5} = -\frac{1}{3}e^{-t/\tau_1} + 1$ $\quad 0 < t < 1ms$
. $\quad = -\frac{2.25}{3}e^{-(t-1ms)/\tau_2}$ $\quad t > 1ms$
$\tau_1 = 0.6ms$; $\tau_2 = 0.6ms$]



← $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $L_3 = 1mH$; $R_3 = 1\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $C_5 = 1\mu F$; $I_g = 2A$; $V_g = 5V.$

Per tempi negativi il circuito scarico. Il circuito viene acceso a $t = 0$. Calcolare, per $t > 0$, l'andamento della tensione $v_u(t)$.

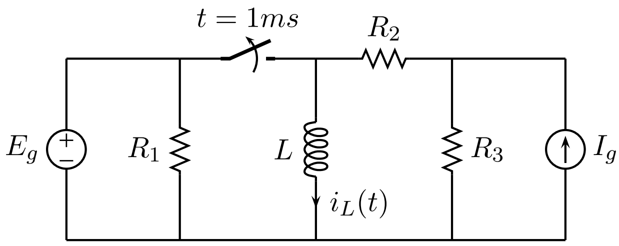
[$v_u(t) = 4 + 2 \cdot 10^6 \cdot t \quad V$]



← $R_1 = 2k\Omega$; $L_1 = 3H$; $R_2 = 500\Omega$; $C_2 = 50nF$; $R_3 = 200\Omega$; $V_g = 100mV.$

Per tempi negativi il circuito scarico. Il circuito viene acceso a $t = 0$. Calcolare, per $t > 0$, l'andamento della corrente $i_u(t)$.

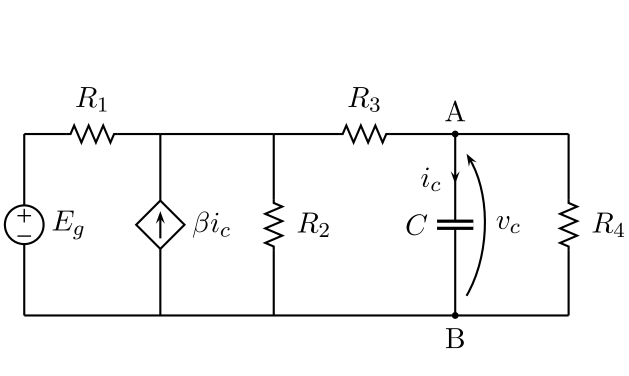
[$i_u(t) = 125 \cdot 10^{-6} + 5.08 \cdot t + 1.66 \cdot 10^3 \cdot t^2 \quad A$]



← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $L = 4mH$; $E_g = 20V$; $I_g = 8A$.

Inizialmente l'induttore scarico. L'interruttore si apre in t=1ms. Determinare la corrente $i_L(t)$ e disegnarne l'andamento per $t > 0$.

[$i_L(t) = 5 \ 10^3 \ t \qquad 0 < t < 1ms$
. $\qquad = 3e^{-(t-1ms)/0.5ms} + 2 \qquad t > 1ms$]

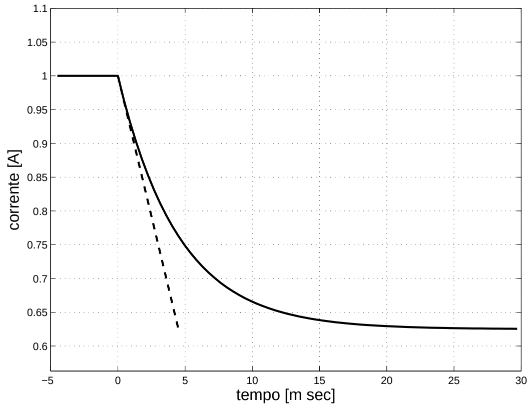


← $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $C = 1\mu F$; $\beta = 3$; $E_g = 6V$.

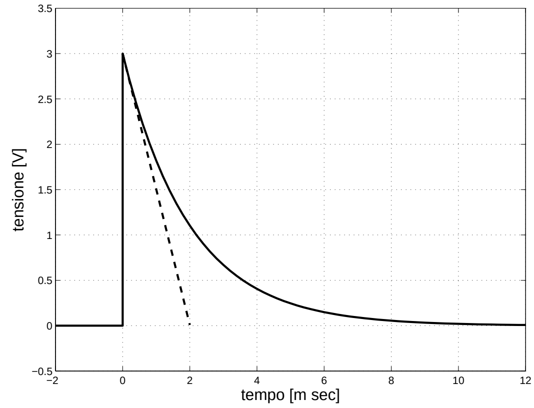
A $t = 0$ il condensatore scarico. Determinare prima l'equivalente Thvnin ai capi del condensatore, poi calcolare e rappresentare, per $t > 0$, l'andamento della tensione $v_c(t)$.

[$R_{eq} = -1\Omega$; $V_{eq} = 2V$; con R_{eq} negativa il transitorio non risolvibile!]

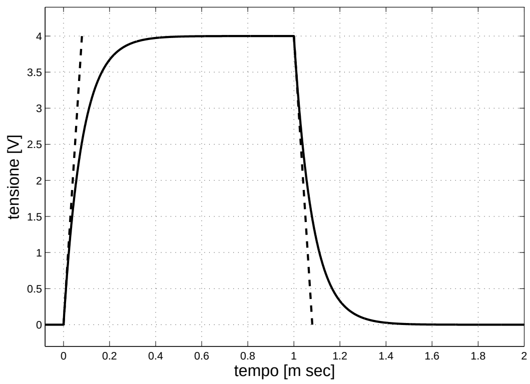
$i_1(t) = 375\ e^{-t/4.5ms} + 625$ mA



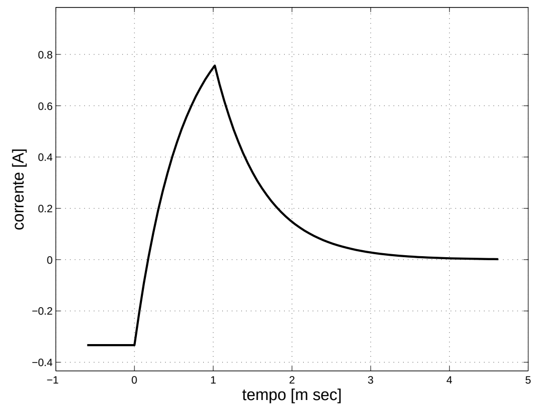
$v_L(t) = 3\ e^{-t/2ms}$ V



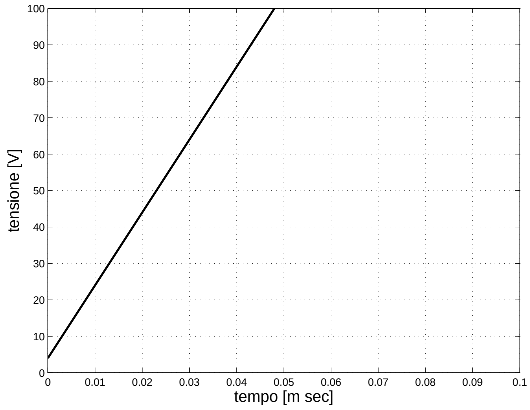
$v_C(t) = 4 - 4\ e^{-t/80\mu s}$ V per 0<t<1ms
$v_C(t) = 4\ e^{-(t-1ms)/80\mu s}$ V per 1ms<t<2ms



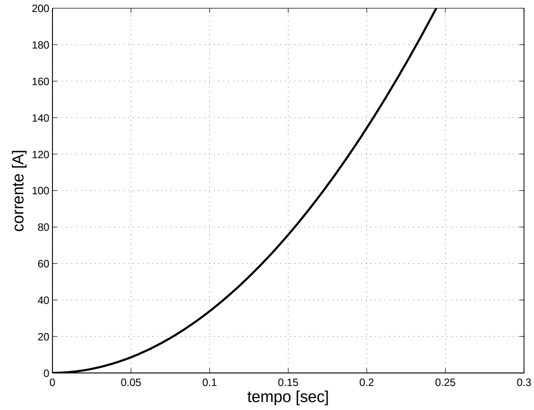
$i_5(t) = -1/3\ e^{-t/\tau_1} + 1$ A per 0<t<1ms



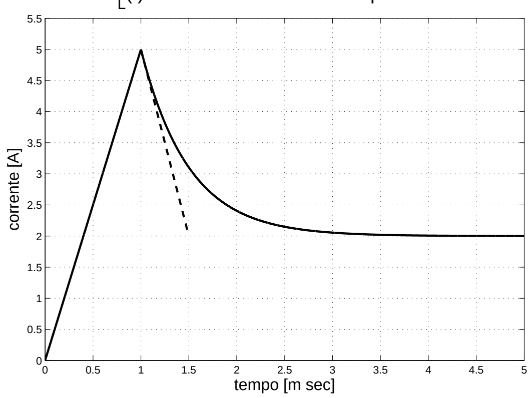
$v_u(t) = 4 + 2\ 10^6\ t$ V



$i_u(t) = 125\ 10^{-6} + 5.08\ t + 1.66\ 10^3\ t^2$ A



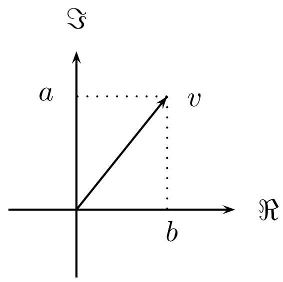
$i_L(t) = 5\ 10^3\ t$ A per 0<t<1ms
$i_L(t) = 3\ e^{-(t-1ms)/0.5ms} + 2$ A per t>1ms

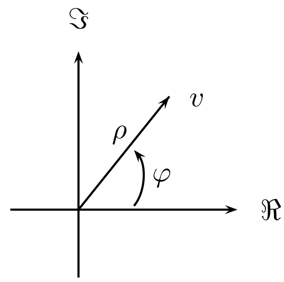


[Il circuito instabile!]

ES.7 Regime Sinusoidale

Richiami teorici sui numeri complessi:



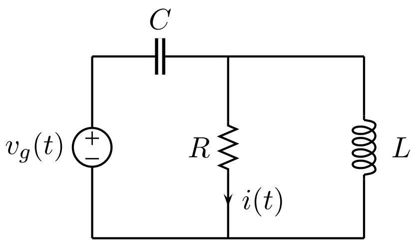


Il vettore v pu essere rappresentato
in *forma cartesiana*: $v = a + j\ b$
oppure
in *forma polare*: $v = \rho\ e^{\ j\ \varphi}$

La rappresentazione di v pu essere trasformata tramite il teorema di Pitagora o la formula di Eulero:

$\rho = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\varphi = \arctan(\frac{b}{a})$ $[+\pi$ se $a < 0\ ]$

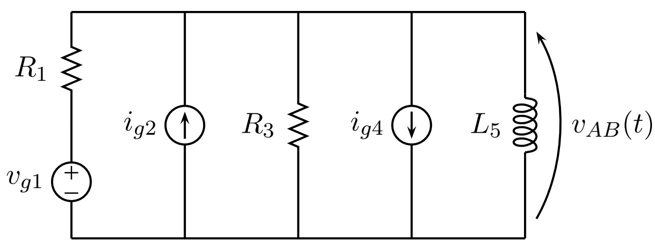
$a = \rho\ \cos(\varphi)$ $b = \rho\ \sin(\varphi)$



$\leftarrow\ R = 20\Omega\ ;\ L = 2H\ ;\ C = 5mF\ ;$
$v_g(t) = 100\ \cos(10\,t)\,V.$

Utilizzando le regole del partitore di tensione, determinare la corrente $i(t)$ rappresentata in figura.

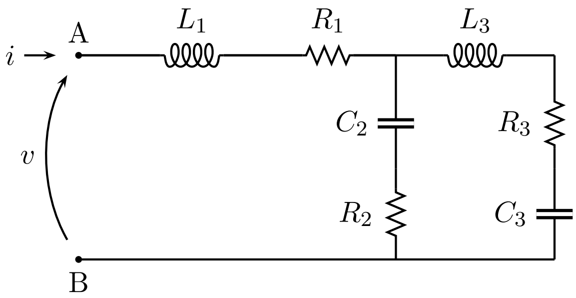
$[\ i(t) = 5\ \cos(10\,t + \pi/2)\ \ A\ ]$



$\leftarrow\ R_1 = 3\Omega\ ;\ v_{g1} = \cos(100\,t + \pi/2)\,V\ ;$
$i_{g2} = 2\ \cos(100\,t)\,A\ ;\ R_3 = 4\Omega\ ;$
$i_{g4} = -5\ \cos(100\,t + \pi/4)\,A\ ;\ L_5 = 2\,mH\ .$

Calcolare la tensione $v_{AB}(t)$ utilizzando il *teorema di Millmann.*

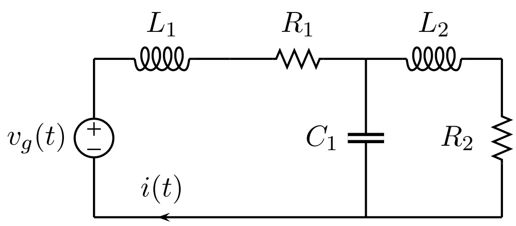
$[\ v_{AB}(t) \simeq 1.34\ \cos(100\,t + 118)\ \ V\ ]$



$\leftarrow \omega = 10^3\ rad/sec\ ;\ R_1 = 5\Omega\ ;\ L_1 = 7mH\ ;$
$R_2 = 5\Omega\ ;\ C_2 = 0.5mF\ ;\ R_3 = 20\Omega\ ;$
$L_3 = 6mH\ ;\ C_3 = 0.5mF\ .$

Calcolare l'impedenza equivalente vista ai nodi A e B.

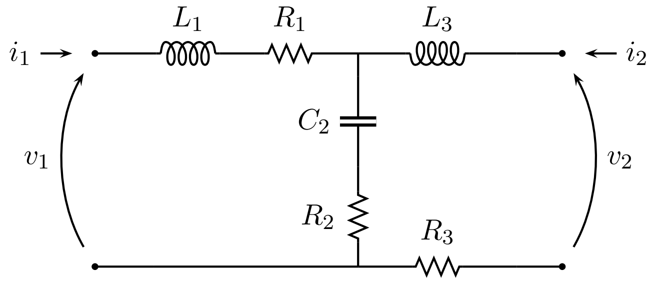
$[\ Z_{AB} = 9.23 + j\,5.86\ \ ]$



$\leftarrow v_g(t) = 7\ \cos(100\,t{+}\pi/2)\,V\ ;\ L_1{=}10mH;$
$R_1{=}2\Omega\ ;\ C_1{=}5mF\ ;\ L_2{=}40mH\ ;\ R_2{=}4\Omega\ .$

Calcolare la corrente $i(t)$ rappresentata in figura.

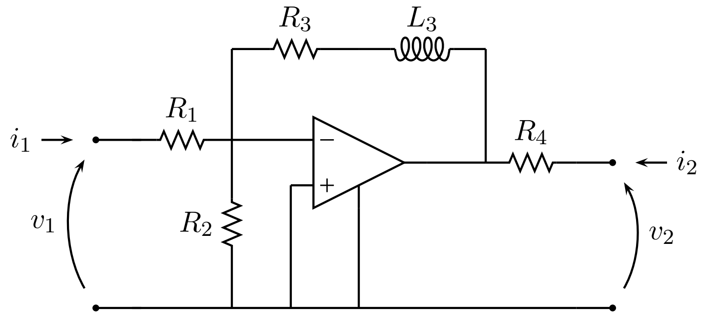
$[\ i(t) \simeq 2\ \cos(100\,t + 116)\ \ A\ ]$



← $\omega = 10^3\, rad/sec$; $R_1 = 5\Omega$; $L_1 = 7mH$; $R_2 = 5\Omega$; $C_2 = 0.5mF$; $L_3 = 6mH$; $R_3 = 10\Omega$

Calcolare la matrice impedenza **Z** per il doppio bipolo di figura.

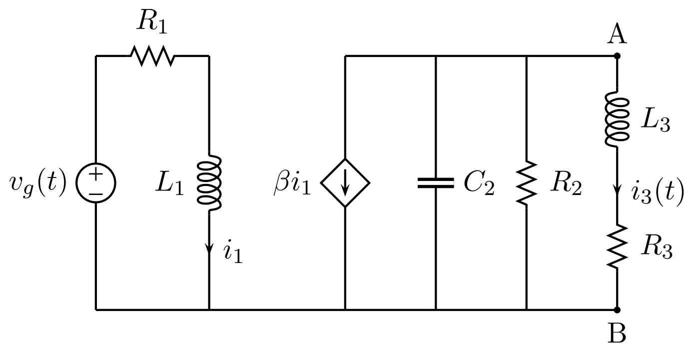
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 10+j5 & 5-j2 \\ 5-j2 & 15+j4 \end{bmatrix} \Omega$$



← $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 2\Omega$; $L_3 = 6mH$; $\omega = 10^3\, rad/sec$.

Determinare la matrice impedenza **Z** del doppio bipolo di figura.
Applicando una opportuna trasformazione ricavare la matrice ammettenza **Y**.

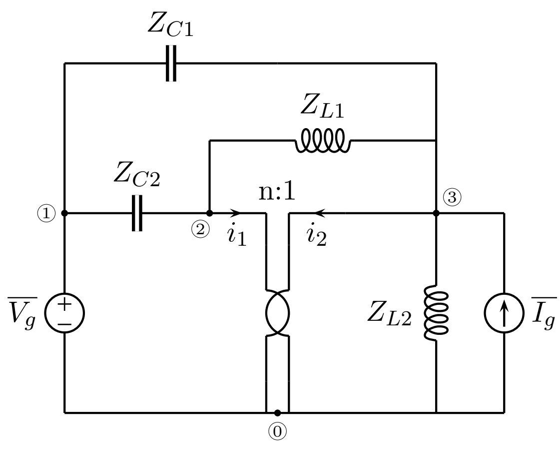
$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -(2+j6) & 2 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1+j3 & 0.5 \end{bmatrix}$$



← $v_g(t) = 3\sqrt{2}\,\cos(500\,t + \pi/4)\,V$; $R_1 = 1k\Omega$; $R_2 = 3k\Omega$; $R_3 = 3k\Omega$; $L_1 = 2H$; $L_3 = 3H$; $C_2 = 2/3\mu F$; $\beta = 5$.

Calcolare e rappresentare l'equivalente Thvnin ai morsetti A-B; determinare quindi la corrente $i_3(t)$.

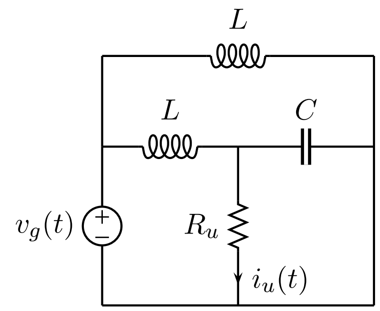
[$V_{eq} = -22.5(1-j)\ V$ $\quad Z_{eq} = 1500(1-j)\ \Omega$
$i_3(t) = 5\sqrt{2}\,\cos(500\,t + 3/4\,\pi)\,mA$]



← $Z_{C1} = -j2$; $Z_{L1} = j3$; $Z_{C2} = -j0.5$; $Z_{L2} = j5$; $\overline{V_g} = 3+j3$; $\overline{I_g} = -2+j3$; $n = 2$.

Scrivere in forma letterale il sistema di equazioni ottenuto con il metodo dei potenziali ai nodi.

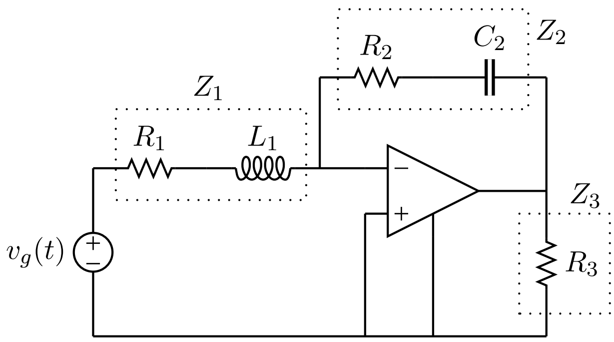
ES.8 Potenza Complessa in Regime Sinusoidale



← $R_u = 200\Omega$; $L = 20H$; $C = 1mF$; $v_g(t) = 100\sqrt{2}\cos(10\,t + \pi/4)\,V$.

Calcolare la corrente $i_u(t)$ che attraversa il resistore R_u , la sua potenza complessa $\overline{S_u}$ e la sua potenza istantanea $p_u(t)$.

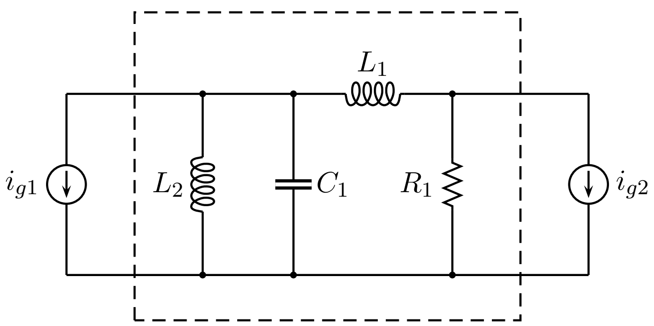
[$\overline{S_u} = 25\,W$, $i_u(t) = 0.5\cos(10\,t - \pi/2)\,A$
$p_u(t) = 25 + 25\cos(20\,t - \pi)\;\;W$]



← $v_g(t) = 20\cos(100\,t - \pi/3)\,V$; $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 29\Omega$; $L_1 = 30mH$; $C_2 = 2mF$.

Determinare la potenza complessa assorbita dai tre elementi Z_1 , Z_2 , Z_3 , rappresentati in figura con una linea tratteggiata.

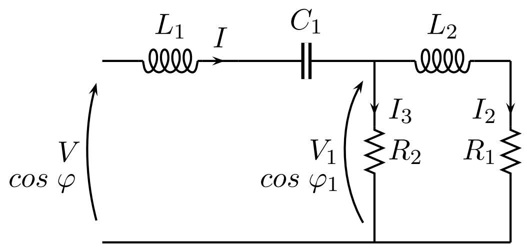
[$\overline{S_1} = 32 + j24$; $\overline{S_2} = 16 - j40$; $\overline{S_3} = 8$]



← $\omega = 225\;rad/s$; $i_{g1} = 3\sin(\omega t - \pi/3)\;A$; $i_{g2} = -5\cos(\omega t)\;A$; $L_2 = 40/9mH$; $R_1 = 20\Omega$; $L_1 = 600/9mH$; $C_1 = 10/9mF$.

Determinare la potenza attiva e reattiva complessivamente assorbita dal doppio bipolo tratteggiato (somma delle potenze attive e somma delle potenze reattive).

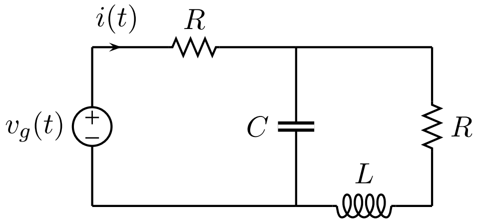
[$P_{ass} = 108.75\;W$, $Q_{ass} = 138.67\;VAR$]



← $R_1 = 32\Omega$; $R_2 = 192\Omega$; $L_1 = 80mH$; $C_1 = 250\mu F$; $I = 5$; $V_1 = 192$; $cos\,\varphi_1 = 0.8$; $\omega = 400\;rad/s$.

Utilizzando il **metodo delle potenze**, determinare il valore delle correnti $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$, della tensione $\bar{V}$ e del $cos\,\varphi$; tracciare il diagramma fasoriale delle grandezze calcolate.

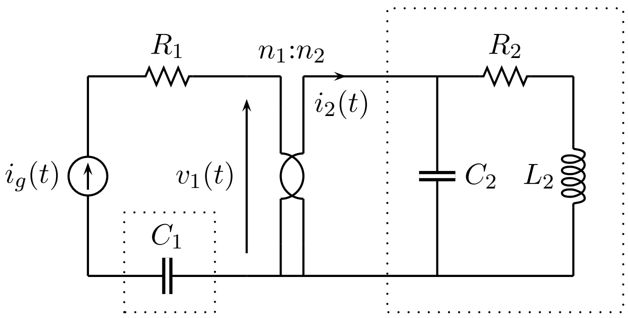
[$\bar{I}_2 = 4.24$; $\bar{I}_3 = 1$; $\bar{V} = 175.65$; $cos\,\varphi = 0.87$]



← $R = 10\Omega$; $L = 10mH$; $C = 100\mu F$;
$v_g(t) = 10\,\cos(1000\,t)\,V$.

Calcolare la corrente $i(t)$ del generatore, la sua potenza complessa $\overline{S_g}$ e la sua potenza istantanea $p_g(t)$.

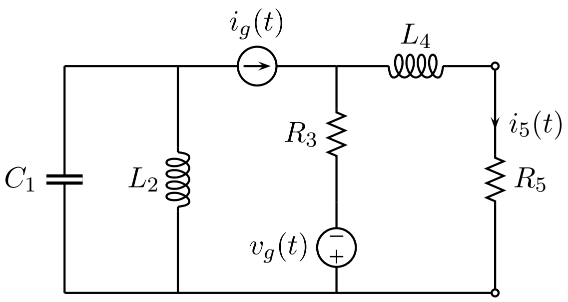
[$i(t) = \sqrt{5}/5\,\cos(\omega t + 27)\ A$; $\overline{S_g} = 2 - j$;
$p_u(t) = \sqrt{5}\,\cos(2\omega t + 27) + \sqrt{5}\,\cos(27)\ W$]



← $i_g(t) = 2\,\cos(10^3\,t + \pi/4)\ A$; $C_1 = 100\mu F$;
$R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; $L_2 = 1mH$; $C_2 = 1/2mF$.

Calcolare la potenza attiva e reattiva assorbita dai due bipoli rappresentati in figura con una linea tratteggiata.

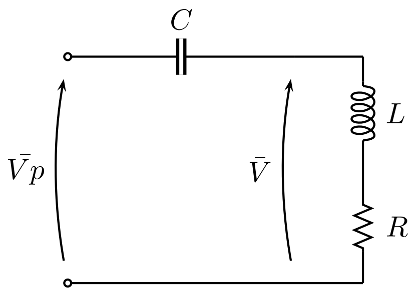
[$P_1 = 0\ W$; $Q_1 = -20\ VAR$;
$P_2 = 16\ W$; $Q_2 = 0\ VAR$]



← $i_g(t) = 2\sqrt{2}\,\cos(10^3\,t + \pi/4)\ A$;
$v_g(t) = 20\,\cos(10^3\,t + \pi/2)\ V$; $C_1 = 200\mu F$;
$L_2 = 3mH$; $R_3 = 5\Omega$; $L_4 = 2mH$; $R_5 = 1\Omega$.

Usando il teorema di Thvnin calcolare il valore della corrente $i_5(t)$ e determinare le potenze complesse erogate dal generatore di tensione e dal generatore di corrente.

[$i_5(t) = \sqrt{5}\,\cos(10^3\,t - 0.35\pi)\ A$;
$\overline{S_{Ig}} = 5 + j25\ VA$; $\overline{S_{Vg}} = 40 + j10\ VA$]



← $R = 0.5\Omega$; $L = 10mH$; $C = 20\mu F$;
$\bar{V} = 10$; $\omega = 100\ rad/s$.

Utilizzando il **metodo delle potenze**, determinare le potenze attiva e reattiva del ramo RL, di C e complessiva del bipolo. Determinare il valore della tensione $\bar{V}p$ e l'angolo φ.

[$P_R = 20W$, $Q_L = 40VAR$, $Q_C = -20VAR$;
$P_{tot} = 20\ W$, $Q_{tot} = 20\ VAR$, $\bar{V}p = \sqrt{10}$,
$\varphi = 45$]