

Metodi generali per l'analisi dei circuiti

I metodi introdotti per la scrittura sistematica delle equazioni indipendenti di Kirchhoff hanno portato all'introduzione delle matrici topologiche $[A]$ e $[D]$, per quanto riguarda le LKC, e delle $[B]$ e $[C]$ per quanto riguarda le LKT, per un totale di l equazioni indipendenti.

Per determinare le $2l$ incognite, tensioni e correnti di lato, sono state quindi introdotte le l relazioni costitutive (matrici $[M]$ ed $[N]$), una per ciascuno degli l componenti (se bipoli). Tale approccio generale, l'analisi di tableau, porta a considerare un sistema di $2l$ equazioni in $2l$ incognite.

E' possibile ridurre le dimensioni del sistema risolutivo utilizzando le proprietà delle matrici topologiche ed introducendo le relazioni costitutive, espresse con rappresentazione Thévenin o Norton. In particolare, saranno considerati i metodi ai tagli (nodi e rami) che portano a ridurre il sistema ad $n-1$ equazioni, e quelli alle maglie (anelli e corde) che portano a ridurlo a $l-n+1$ equazioni. Si suppone dapprima non vi siano generatori pilotati.

Metodi delle tensioni di lato e delle correnti di lato

Prima di passare ai **metodi ai tagli ed alle maglie**, detti **metodi ridotti**, si vuole nuovamente mostrare, questa volta in forma matriciale, come il sistema risolvibile possa essere ricondotto **per sostituzione** ad un sistema con l incognite: le l tensioni di lato o le l correnti di lato.

Questi metodi “di lato” possono utilizzare indifferentemente la matrice dei nodi $[A]$ o quella dei rami $[D]$ per la scrittura delle LKC, e la matrice degli anelli $[B]$ o quella delle corde $[C]$ per la scrittura delle LKT.

$$\begin{cases} [A][i] = 0 & \text{(LKC)} \\ [B][v] = 0 & \text{(LKT)} \end{cases}
 \begin{cases} \nearrow & \text{rappresent. Norton:} \\ \searrow & \text{rappresent. Thévenin:} \end{cases}
 \begin{cases} [i] = [g][v] + [i_o] \\ [v] = [r][i] + [v_o] \end{cases}
 \begin{cases} \left\{ \begin{array}{l} [A][g][v] = -[A][i_o] \\ [B][v] = 0 \end{array} \right. & \text{tensioni di lato} \\ \left\{ \begin{array}{l} [A][i] = 0 \\ [B][r][i] = -[B][v_o] \end{array} \right. & \text{correnti di lato} \end{cases}$$

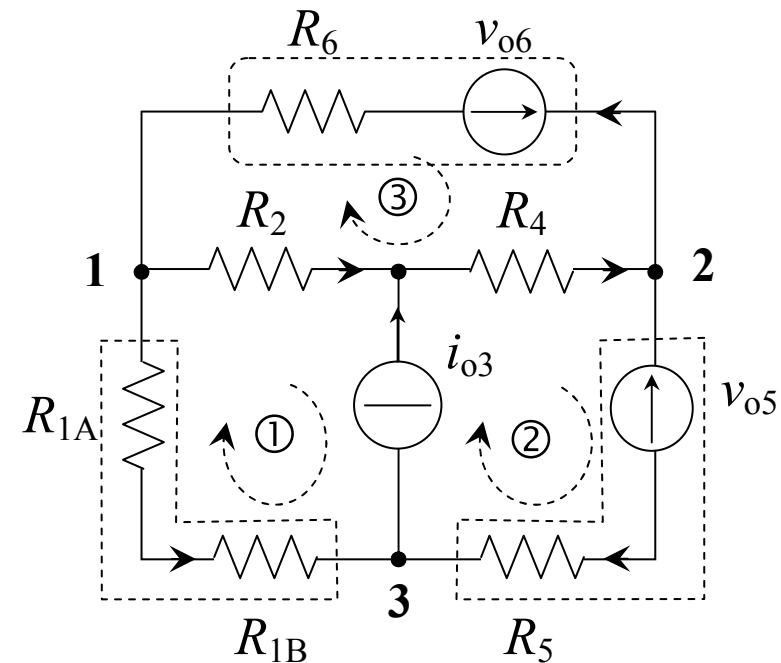
Nota: per lati non rappresentabili T. o N. e per i generatori pilotati si veda nel seguito

Metodi delle tensioni di lato: esempio

Nell'esempio di figura, tutti i bipoli della rete sono rappresentabili Norton. E' quindi possibile mantenere come incognite tutte le tensioni di lato.

$$\left\{ \begin{array}{ll} 1) +i_1 + i_2 - i_6 = 0 \\ 2) -i_4 + i_5 + i_6 = 0 \\ 3) -i_1 + i_3 - i_5 = 0 \end{array} \right. \quad \text{LKC} \quad (n-1=3)$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \textcircled{1} +v_1 - v_2 + v_3 = 0 \\ \textcircled{2} -v_3 - v_4 - v_5 = 0 \\ \textcircled{3} +v_2 + v_4 + v_6 = 0 \end{array} \right. \quad \text{LKT} \quad (l-n+1=3)$$



$$\left\{ \begin{array}{l} i_1 = v_1 / (R_{1A} + R_{1B}) = G_1 v_1 \\ i_2 = G_2 v_2 \\ i_3 = i_{o3} \\ i_4 = G_4 v_4 \\ i_5 = G_5 v_5 + i_{o5} \quad (i_{o5} = -G_5 v_{o5}) \\ i_6 = G_6 v_6 + i_{o6} \quad (i_{o6} = -G_6 v_{o6}) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{rappresent. Norton:} \\ [i] = [g][v] + [i_o] \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [A][g][v] = -[A][i_o] \\ [B][v] = 0 \quad \text{tensioni di lato} \end{array} \right.$$

Metodo delle tensioni di nodo

Il metodo delle tensioni (o potenziali) di nodo è basato sull'impiego della matrice dei nodi $[A]$ (matrice di incidenza) ed utilizza come variabili le tensioni $[e]$ degli $n-1$ nodi rispetto al nodo n -esimo di riferimento.

Le due leggi di Kirchhoff sono ora espresse nella forma:

$$\begin{cases} [A][i] = 0 & \text{LKC} \\ [A]^T [e] = [v] & \text{LKT} \end{cases}$$

Nell'ipotesi che la rete sia costituita da l bipoli lineari, si suppone che per ciascuno di questi sia possibile la rappresentazione Norton:

$$i_k = G_k v_k + i_{ok}, \text{ per ogni lato } k, \text{ in forma matriciale: } [i] = [g][v] + [i_o],$$

dove $[g]$ è una matrice diagonale con elementi $g_{kk} = G_k$ (i restanti = 0).

Metodo delle tensioni di nodo

Introducendo la forma matriciale Norton nella LKC si ottiene:

$[A][g][v] + [A][i_o] = 0$, considerando l'espressione di $[v]$ data da LKT:

$$\left\{ [A][g][A]^T [e] = -[A][i_o] \right. \Leftrightarrow \left. \left\{ [G_A][e] = [i_s] \right. \right.$$

Tale espressione rappresenta un sistema di $n-1$ equazioni nelle $n-1$ tensioni di nodo incognite $[e]$. Data la simmetria della matrice diagonale $[g] = [g]^T$, anche la matrice $[G_A]$ è simmetrica:

$$[G_A] = [A][g][A]^T, \quad [G_A]^T = ([A][g][A]^T)^T = [A][g][A]^T = [G_A].$$

Per come è definita la matrice $[G_A]$, i suoi elementi G_{hk} sono rappresentativi delle conduttanze in relazione ai nodi della rete, mentre il vettore colonna $[i_s]$ raccoglie i contributi dei generatori di corrente sui nodi:

Metodo delle tensioni di nodo

$G_{hh} = \sum_h G_k$ somma delle conduttanze dei lati che confluiscono nel nodo h ;

$G_{hj} = -G_k$ conduttanza del lato che ha per estremi i nodi h e j , cambiata di segno;

$i_{sh} = \sum_h i_{ok}$ somma delle correnti dei generatori che incidono nel nodo h , considerandole (+) se entranti nel nodo.

Una volta calcolate le tensioni di nodo $[e]$ con il sistema risolvete (ad esempio invertendo la matrice $[G_A]$), le tensioni $[v]$ di tutti i lati sono immediatamente calcolabili con la LKT. Successivamente, le correnti $[i]$ di tutti i lati possono essere calcolate con la rappresentazione Norton.

Metodi delle tensioni di nodo: esempio

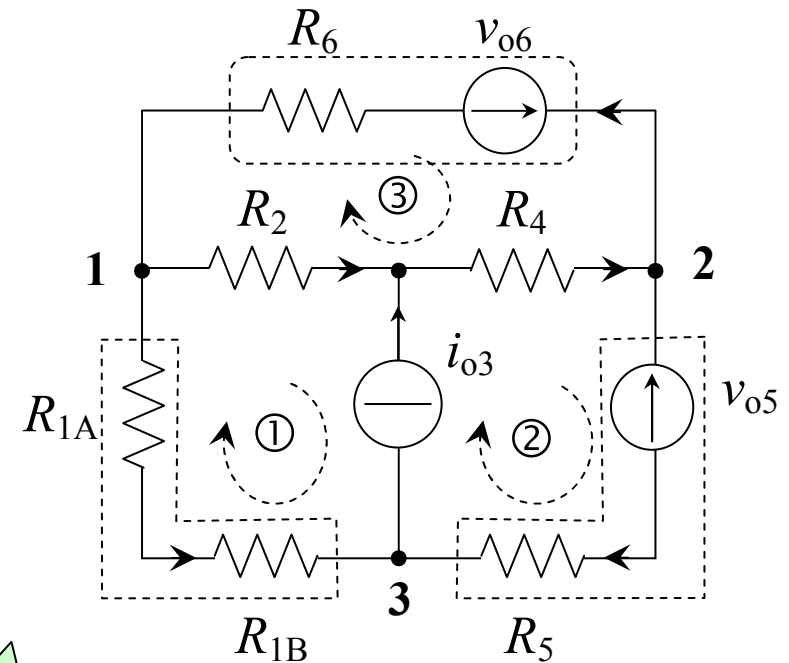
Nell'esempio di figura, tutti i bipoli della rete sono rappresentabili Norton. E' quindi possibile mantenere come incognite le sole tensioni di nodo.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1) \quad +i_1 + i_2 - i_6 = 0 \\ 2) \quad -i_4 + i_5 + i_6 = 0 \\ 3) \quad -i_1 + i_3 - i_5 = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{LKC} \\ \text{LKC} \\ (n-1=3) \end{array}$$

LKT con le tensioni di nodo:

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = e_1 - e_3 \\ v_2 = e_1 \\ v_3 = e_3 \\ v_4 = -e_2 \\ v_5 = e_2 - e_3 \\ v_6 = e_2 - e_1 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} [A][i] = 0 \\ [v] = [A]^T [e] \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{LKC} \\ \text{LKT} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} i_1 = G_1 v_1, \quad i_2 = G_2 v_2 \\ i_3 = i_{o3}, \quad i_4 = G_4 v_4 \\ i_5 = G_5 v_5 + i_{o5}, \quad i_6 = G_6 v_6 + i_{o6} \end{array} \quad [i] = [g][v] + [i_o]$$



$$\{ [G_A][e] = [i_s] \}$$

Metodo delle tensioni di ramo

Il metodo delle tensioni di ramo è basato sull'impiego della matrice dei rami $[D]$ (matrice degli insiemi di taglio fondamentali) ed utilizza come variabili le tensioni $[v_r]$ degli $n-1$ lati di un albero della rete in esame.

Le due leggi di Kirchhoff sono ora espresse nella forma:

$$\begin{cases} [D][i] = 0 & \text{LKC} \\ [D]^T [v_r] = [v] & \text{LKT} \end{cases}$$

Nell'ipotesi che la rete sia costituita da l bipoli lineari, si suppone ancora che per ciascuno di questi sia possibile la rappresentazione Norton:

$$i_k = G_k v_k + i_{ok}, \text{ per ogni lato } k, \text{ in forma matriciale: } [i] = [g][v] + [i_o],$$

dove $[g]$ è una matrice diagonale con elementi $g_{kk} = G_k$ (i restanti = 0).

Metodo delle tensioni di ramo

Con procedimento analogo a quello seguito per il metodo dei nodi si ha:

$$\left\{ [D][g][D]^T [v_r] = -[D][i_o] \right. \Leftrightarrow \left. \left\{ [G_D][v_r] = [i_s] \right. \right.$$

Tale espressione rappresenta un sistema di $n-1$ equazioni nelle $n-1$ tensioni di ramo incognite $[v_r]$. La matrice $[G_D]$ è simmetrica ed i suoi elementi sono espressi analogamente a quelli della matrice $[G_A]$ del metodo dei nodi, altrettanto dicasi per il contributo $[i_s]$ dei generatori di corrente:

$$G_{hh} = \sum_h G_k \quad \text{somma delle conduttanze di tutti i lati dell'insieme di taglio } h ;$$

$$G_{hj} = \pm \sum_{hj} G_k \quad \text{somma delle conduttanze dei lati che appartengono ad entrambi i tagli } h \text{ e } j, \text{ (-) se i tagli hanno orientazione opposta;}$$

$$i_{sh} = \sum_h i_{ok} \quad \text{somma delle correnti dei generatori che appartengono al taglio } h, \text{ considerandole (+) opposte al taglio.}$$

Confronto tra il metodo dei rami e quello dei nodi

Si osserva che il metodo dei nodi è un caso particolare del metodo dei rami, laddove nella rete si possa individuare un albero a stella e si assuma come nodo di riferimento quello al centro della stella. In tal caso, infatti, ogni superficie di taglio fondamentale contiene un solo nodo e le matrici $[A]$ e $[D]$ coincidono.

La differenza concettuale tra i due metodi è che nel caso dei nodi si considerano come variabili le tensioni di nodo che non necessariamente coincidono con tensioni di lato (solo per i lati che confluiscono nel nodo di riferimento), mentre nel caso dei rami si considerano come variabili alcune delle tensioni di lato (rami = lati di albero). Il numero delle equazioni e delle incognite è ovviamente lo stesso, pari a $n-1$.

Nel caso dei nodi, il grado di libertà è la scelta del nodo di riferimento. Ci sono invece in generale più possibilità di scelta per l'albero.

Presenza di generatori indipendenti di tensione

Si è supposto di poter rappresentare Norton ciascun bipolo. Nel caso questo non fosse possibile, come ad esempio per un generatore di tensione indipendente (senza resistore serie), si può procedere in due modi:

1. Ricorrere ad una opportuna trasformazione topologica basata sulle proprietà di spostamento dei generatori di tensione, facendo in modo che lo spostamento del generatore renda possibile la rappresentazione Norton.
2. Considerare il cosiddetto metodo modificato che consiste nel sostituire il generatore di tensione non rappresentabile Norton con un generatore di corrente incognito, introducendo quindi una nuova variabile. L'equazione aggiuntiva si ottiene utilizzando la LKT per esprimere la tensione (nota) del generatore di corrente incognito come combinazione delle tensioni (di nodo o di ramo) utilizzate come variabili.

Nota: si può scegliere il nodo di riferimento (o l'albero) in modo che la tensione (nota) del generatore di tensione coincida con una delle variabili, eliminando una incognita.

Presenza di generatori pilotati

Se la rete contiene generatori pilotati è necessario fare alcune distinzioni. E' possibile riferirsi al sistema risolutivo tipo: $[G][v]=[i_s]$, riordinandolo. Con riferimento ai metodi dei nodi e dei rami (detti *metodi i tagli*):

Nel caso di GCPT: $i_k = g_k v_h \rightarrow$ si esprime v_h come combinazione delle tensioni incognite utilizzando la LKT \rightarrow **riordinare il sistema**

Nel caso di GCPC: $i_k = \beta_k i_h = \beta_k (G_h v_h + i_{oh}) \rightarrow$ si esprime v_h come combinazione delle tensioni incognite con LKT \rightarrow **riordinare il sistema**

Nel caso di GTPT: $v_k = \alpha_k v_h \rightarrow$ si considera un generatore incognito i_{ok} , si aggiunge la precedente equazione esprimendo v_k e v_h con la LKT in funzione delle tensioni incognite \rightarrow **riordinare il sistema con +1 equazione**

Nel caso di GTPC: $v_k = r_k i_h = r_k (G_h v_h + i_{oh}) \rightarrow$ si considera un generatore incognito i_{ok} , si aggiunge la preced. equaz. esprimendo v_k e v_h con LKT in funzione delle tensioni incognite \rightarrow **riordinare il sistema +1 equazione.**

Metodi delle correnti di lato: esempio

Nell'esempio di figura, tutti i bipoli sono rappresentabili Thevenin. E' quindi possibile mantenere come incognite tutte le correnti di lato.

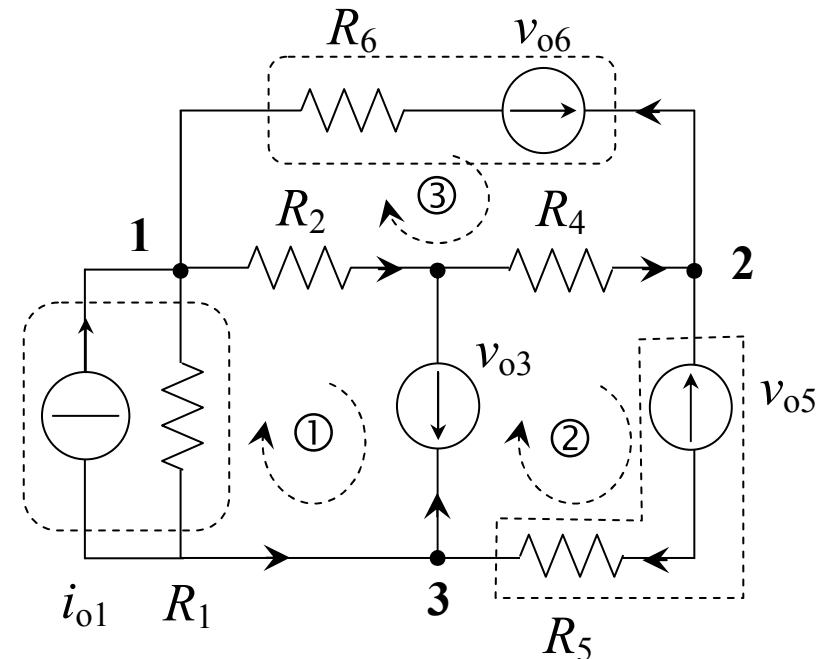
$$\left\{ \begin{array}{ll} 1) +i_1 + i_2 - i_6 = 0 \\ 2) -i_4 + i_5 + i_6 = 0 \\ 3) -i_1 + i_3 - i_5 = 0 \end{array} \right. \quad \text{LKC} \quad (n-1=3)$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \textcircled{1} +v_1 - v_2 + v_3 = 0 \\ \textcircled{2} -v_3 - v_4 - v_5 = 0 \\ \textcircled{3} +v_2 + v_4 + v_6 = 0 \end{array} \right. \quad \text{LKT} \quad (l-n+1=3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = R_1 i_1 + v_{o1} \\ v_2 = R_2 i_2 \\ v_3 = v_{o3} \\ v_4 = R_4 i_4 \\ v_5 = R_5 i_5 + v_{o5} \\ v_6 = R_6 i_6 + v_{o6} \end{array} \right. \quad (v_{o1} = R_1 i_{o1})$$

rappresent. Thévenin:

$$[\mathbf{v}] = [\mathbf{r}] [\mathbf{i}] + [\mathbf{v}_o]$$



$$\left\{ \begin{array}{l} [\mathbf{A}] [\mathbf{i}] = 0 \quad \text{correnti di lato} \\ [\mathbf{B}] [\mathbf{r}] [\mathbf{i}] = -[\mathbf{B}] [\mathbf{v}_o] \end{array} \right.$$

Metodo delle correnti di anello

Il metodo delle correnti di anello (o cicliche) è riferito a reti piane ed è basato sull'impiego della matrice degli anelli $[B]$, utilizzando come variabili le $l-n+1$ correnti di anello $[j]$. Nota: *l'anello esterno (orientato in senso opposto) può essere utilizzato al posto di un anello interno (analogia con il nodo di riferimento).*

Le due leggi di Kirchhoff sono ora espresse nella forma:

$$\begin{cases} [B][v] = 0 & \text{LKT} \\ [B]^T [j] = [i] & \text{LKC} \end{cases}$$

Nell'ipotesi che la rete sia costituita da l bipoli lineari, si suppone che per ciascuno di questi sia possibile la rappresentazione Thévenin:

$$v_k = R_k i_k + v_{ok}, \text{ per ogni lato } k, \text{ in forma matriciale: } [v] = [r][i] + [v_o],$$

dove $[r]$ è una matrice diagonale con elementi R_k (i restanti sono nulli).

Metodo delle correnti di anello

Introducendo la forma matriciale Thévenin nella LKT si ottiene:

$[B][r][i] + [B][v_o] = 0$, considerando l'espressione di $[i]$ della LKC:

$$\left\{ [B][r][B]^T [j] = -[B][v_o] \right. \Leftrightarrow \left. \left\{ [R_B][j] = [v_s] \right. \right.$$

Tale espressione rappresenta un sistema di $l-n+1$ equazioni nelle $l-n+1$ correnti di anello incognite $[j]$. Data la simmetria della matrice diagonale $[r] = [r]^T$, anche la matrice $[R_B]$ è simmetrica:

$$[R_B] = [B][r][B]^T, \quad [R_B]^T = ([B][r][B]^T)^T = [B][r][B]^T = [R_B].$$

Per come è definita la matrice $[R_B]$, i suoi elementi R_{hk} sono rappresentativi delle resistenze in relazione agli anelli della rete, mentre il vettore colonna $[v_s]$ raccoglie i contributi dei generatori di tensione negli anelli:

Metodo delle correnti di anello

$R_{hh} = \sum_h R_k$ somma delle resistenze dei lati che appartengono all'anello h ;

$R_{hj} = -(R_k)_{hj}$ resistenza del lato comune agli anelli h ed j , cambiata di segno;

$v_{sh} = \sum_h v_{ok}$ somma delle tensioni dei generatori che appartengono all'anello h , considerandole (+) se concordi con l'anello.

Una volta calcolate le correnti di anello $[j]$ con il sistema risolvante (ad esempio invertendo la matrice $[R_B]$), le correnti $[i]$ di tutti i lati sono immediatamente calcolabili con la LKC. Successivamente, le tensioni $[v]$ di tutti i lati possono essere calcolate con la rappresentazione Thévenin.

Metodi delle correnti di anello: esempio

In questo esempio, tutti i bipoli della rete sono rappresentabili Thevenin. E' quindi possibile mantenere come incognite tutte le correnti di anello.

$$\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} + v_1 - v_2 + v_3 = 0 \\ \textcircled{2} - v_3 - v_4 - v_5 = 0 \\ \textcircled{3} + v_2 + v_4 + v_6 = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{LKT} \\ \\ (l-n+1=3) \end{array}$$

LKC con le correnti di anello:

$$i_1 = -j_1$$

$$i_2 = j_1 - j_3$$

$$i_3 = j_2 - j_1$$

$$i_4 = j_2 - j_3$$

$$i_5 = j_2$$

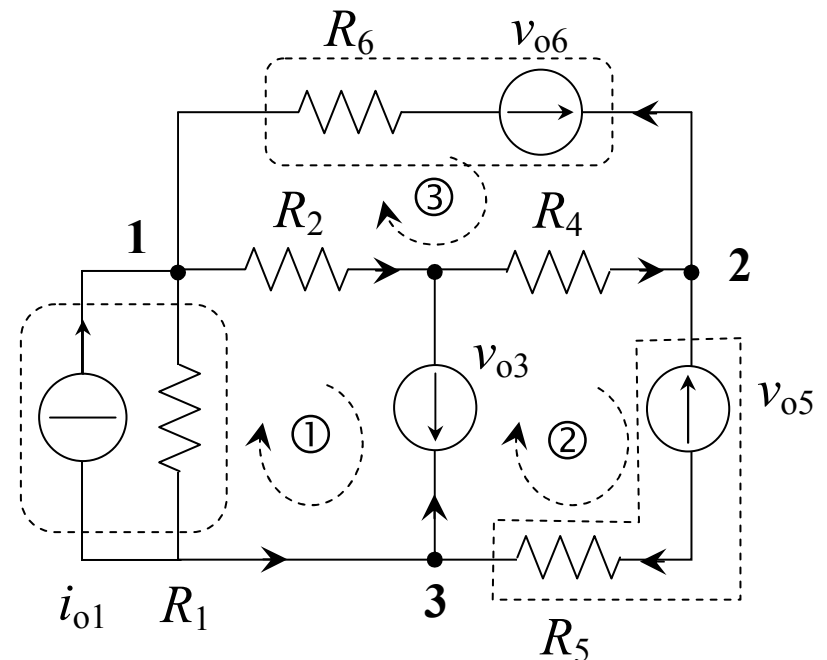
$$i_6 = -j_3$$

$$[B][v] = 0$$

LKT

$$[i] = [B]^T [j]$$

LKC



$$v_1 = R_1 i_1 + v_{o1}, \quad v_2 = R_2 i_2$$

$$v_3 = v_{o3}, \quad v_4 = R_4 i_4$$

$$v_5 = R_5 i_5 + v_{o5}, \quad v_6 = R_6 i_6 + v_{o6}$$

$$[v] = [r][i] + [v_o]$$

$$\left\{ [R_B][j] = [v_s] \right.$$

Metodo delle correnti di corda

Il metodo delle correnti di corda è basato sull'impiego della matrice delle corde $[C]$ (matrice delle maglie fondamentali), utilizzando come variabili le $l-n+1$ correnti di corda $[i_c]$.

Le due leggi di Kirchhoff sono ora espresse nella forma:

$$\begin{cases} [C][v] = 0 & \text{LKT} \\ [C]^T [i_c] = [i] & \text{LKC} \end{cases}$$

Nell'ipotesi che la rete sia costituita da l bipoli lineari, si suppone ancora che per ciascuno di questi sia possibile la rappresentazione Thévenin:

$$v_k = R_k i_k + v_{ok}, \text{ per ogni lato } k, \text{ in forma matriciale: } [v] = [r][i] + [v_o],$$

dove $[r]$ è una matrice diagonale con elementi R_k (i restanti sono nulli).

Metodo delle correnti di corda

Con procedimento analogo a quello del metodo degli anelli si ha:

$$\left\{ [C][r][C]^T [i_c] = -[C][v_o] \right. \Leftrightarrow \left. \left\{ [R_C][i_c] = [v_s] \right. \right.$$

Tale espressione rappresenta un sistema di $l-n+1$ equazioni nelle $l-n+1$ correnti di corda incognite $[i_c]$. La matrice $[R_C]$ è simmetrica ed i suoi elementi sono espressi analogamente a quelli della matrice $[R_B]$ del metodo degli anelli, altrettanto vale per il contributo $[v_s]$ dei generatori di corrente:

$$R_{hh} = \sum_h R_k \quad \text{somma delle resistenze dei lati che appartengono alla maglia fondamentale } h ;$$

$$R_{hj} = \pm \sum_{hj} R_k \quad \text{somma delle resistenza dei lati comune alle maglie } h \text{ ed } j, (-) \text{ se le maglie hanno orientazione opposta;}$$

$$v_{sh} = \sum_h v_{ok} \quad \text{somma delle tensioni dei generatori che appartengono alla maglia } h, \underline{\text{considerandole (+) se concordi.}}$$

Confronto tra il metodo delle corde e quello degli anelli

Si osserva che il metodo degli anelli è un caso particolare del metodo delle corde, laddove in una rete piana si possano individuare maglie fondamentali coincidenti con anelli. In tal caso le matrici $[B]$ e $[C]$ coincidono. Al contrario del metodo degli anelli, il metodo delle corde può essere applicato anche a reti non piane.

La differenza concettuale tra i due metodi è che nel caso degli anelli si considerano come variabili le correnti di anello che non necessariamente coincidono con correnti di lato (solo negli anelli periferici), mentre nel caso delle corde si considerano come variabili alcune correnti di lato (corde = lati di coalbero). Il numero delle equazioni e delle incognite è ovviamente lo stesso, pari a $l-n+1$.

Nel caso degli anelli, introducendo l'anello esterno si ha un grado di libertà che consiste nel poter scegliere quale anello interno eliminare. Ci sono in genere più possibilità di scelta per l'albero (e il coalbero).

Presenza di generatori indipendenti di corrente

Si è supposto di poter rappresentare Thévenin ciascun bipolo. Nel caso questo non fosse possibile, come ad esempio per un generatore di corrente indipendente senza resistore parallelo, si può procedere in due modi:

1. Ricorrere ad una opportuna trasformazione topologica basata sulle proprietà di spostamento dei generatori di corrente, facendo in modo che lo spostamento del generatore renda possibile la rappresentazione Thévenin.
2. Considerare il cosiddetto metodo modificato che consiste nel sostituire il generatore di corrente non rappresentabile Thévenin con un generatore di tensione incognito, introducendo quindi una nuova variabile. L'equazione aggiuntiva si ottiene utilizzando la LKC per esprimere la corrente (nota) del generatore di tensione incognito come combinazione delle correnti (di anello o di corda) utilizzate come variabili.

Nota: utilizzando l'anello esterno è possibile scegliere gli anelli in modo che la corrente del generatore di corrente coincida con una delle variabili, eliminando una incognita.

Presenza di generatori pilotati

E' possibile riferirsi al sistema risolutivo tipo: $[R][i] = [v_s]$, riordinandolo. Con riferimento ai metodi degli anelli e delle corde (*metodi alle maglie*):

Nel caso di GTPC: $v_k = r_{kh} i_h \rightarrow$ si esprime i_h come combinazione delle correnti incognite utilizzando la LKC \rightarrow **riordinare il sistema**

Nel caso di GTPT: $v_k = \alpha_k v_h = \alpha_k (R_h i_h + v_{oh}) \rightarrow$ si esprime i_h come combinazione delle correnti incognite con LKC \rightarrow **riordinare il sistema**

Nel caso di GCPC: $i_k = \beta_k i_h \rightarrow$ si considera un generatore incognito v_{ok} , si aggiunge la precedente equazione esprimendo i_k e i_h con la LKC in funzione delle correnti incognite \rightarrow **riordinare il sistema con +1 equazione**

Nel caso di GCPT: $i_k = g_k v_h = g_k (R_h i_h + v_{oh}) \rightarrow$ si considera un generatore incognito v_{ok} , si aggiunge la preced. equaz. esprimendo i_k e i_h con LKT in funzione delle correnti incognite \rightarrow **riordinare il sistema +1 equazione.**

Presenza di multipoli o multibipoli

I metodi descritti fanno riferimento a reti di soli bipoli. La presenza di multipoli o multibipoli non altera sostanzialmente la trattazione: in luogo della rappresentazione Norton o Thévenin per il singolo bipolo dovrà essere considerata la corrispondente rappresentazione matriciale generalizzata, se esistente. In tal caso, le matrici $[g]$ ed $[r]$ non saranno più matrici diagonali (né simmetriche), contenendo anche elementi rappresentativi dei legami tra corrente o tensione tra i vari morsetti. La determinazione delle matrici $[G]$ ed $[R]$ è in questo caso piuttosto laboriosa; tali metodi perdono pertanto la loro semplicità ed efficacia.

La scelta di utilizzare un metodo piuttosto dell'altro può essere dettata dalla convenienza di considerare un minor numero di equazioni e quindi di incognite, oppure di non dover ricorrere a trasformazioni topologiche o metodi modificati per la presenza di generatori di tensioni o corrente non trasformabili.