

Analisi di Reti in Regime Stazionario

Elementi di topologia

Una rete elettrica è costituita da un insieme di **rami** variamente connessi attraverso i loro morsetti.

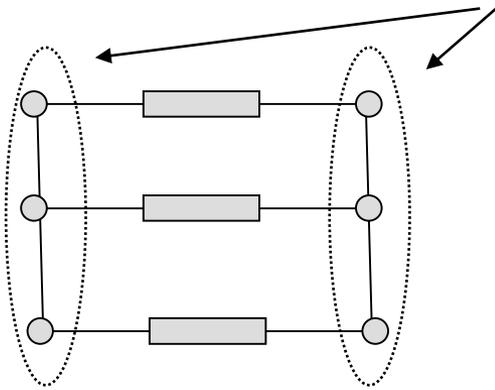
Un **nodo** è un punto al quale sono connessi due o più rami (morsetto).

Una **percorso chiuso** è una sequenza di nodi che inizia e termina nello stesso nodo e in cui ogni nodo, tranne il primo, si incontra una sola volta.

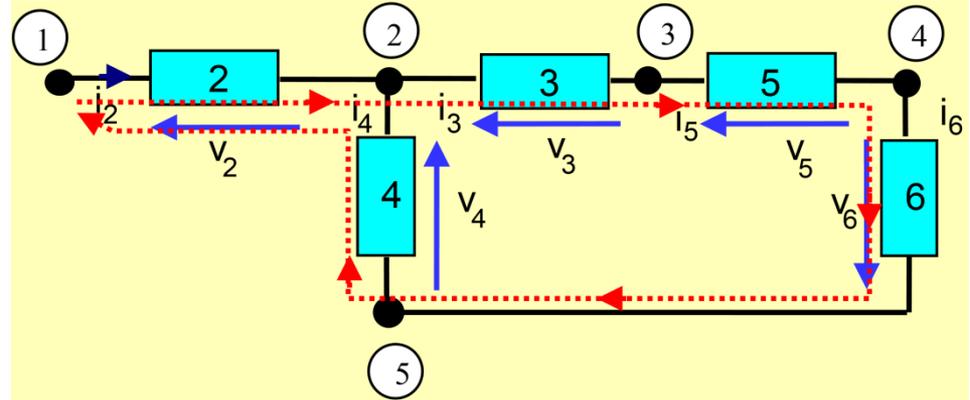
Non è necessario che tra due nodi successivi di un percorso chiuso ci sia un componente effettivo.

Una **maglia** è un percorso chiuso, che si svolge sui rami del circuito, avente inizio e termine nello stesso nodo ed in cui due e solo due lati “incidono” in ciascun nodo.

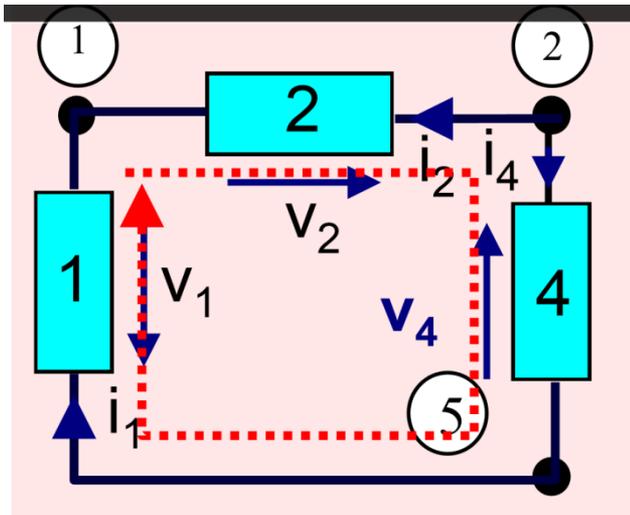
Un unico nodo



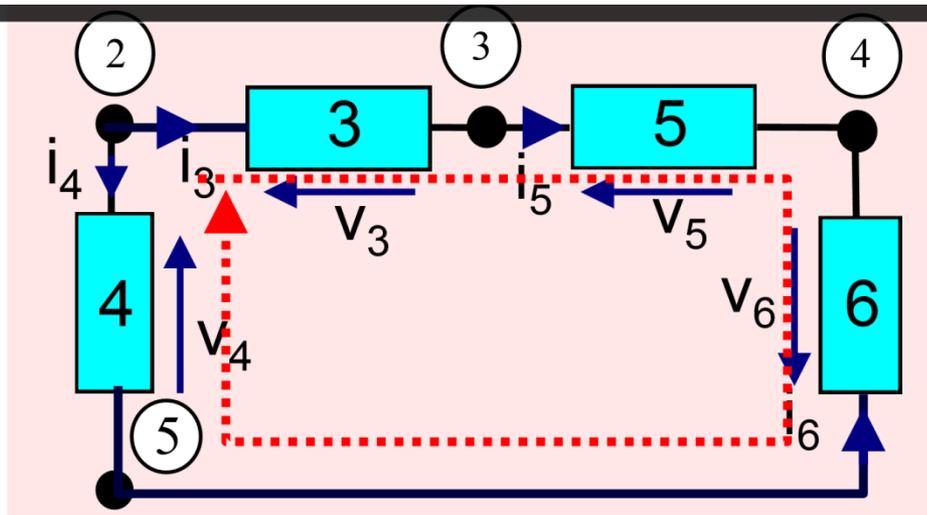
Nodi apparenti



Percorso chiuso che non costituisce una maglia

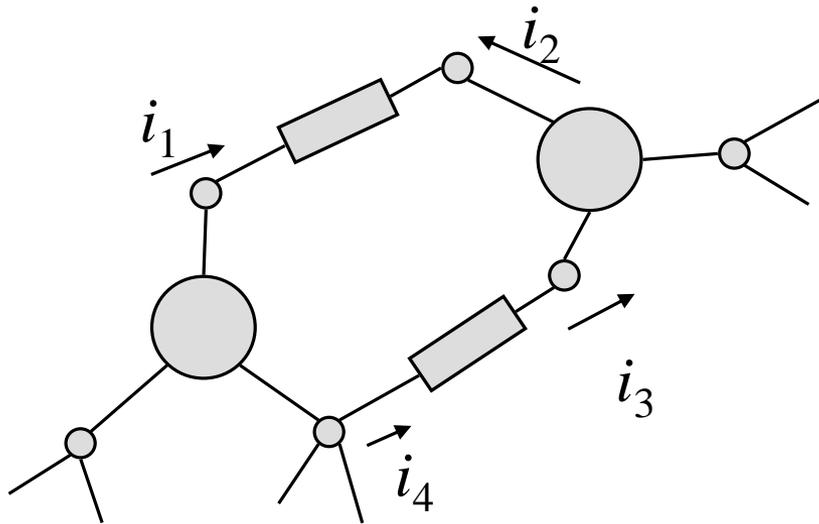


maglia



maglia

I Legge di Kirchhoff (legge di Kirchhoff delle correnti, LKC)



$$\Sigma i = 0$$

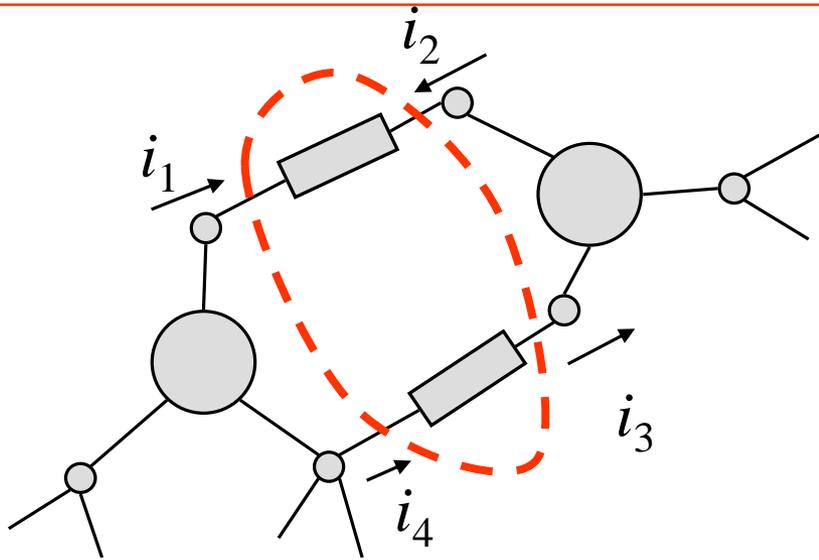
$$i_1 + i_2 = 0$$

$$\sum_r a_r \cdot i_r = 0 \quad a_r = \pm 1$$

In ogni nodo la somma algebrica delle correnti è zero.

- La somma è algebrica
- I versi delle correnti, sono versi di riferimento, scelti arbitrariamente. I versi effettivi delle correnti saranno noti solo dopo averne calcolato i valori numerici.
- Fissato ad arbitrio il riferimento per la corrente su ogni bipolo, si considerano, ad esempio, con il segno + le correnti entranti nel (uscenti dal) nodo e con il segno – quelle uscenti (entranti).

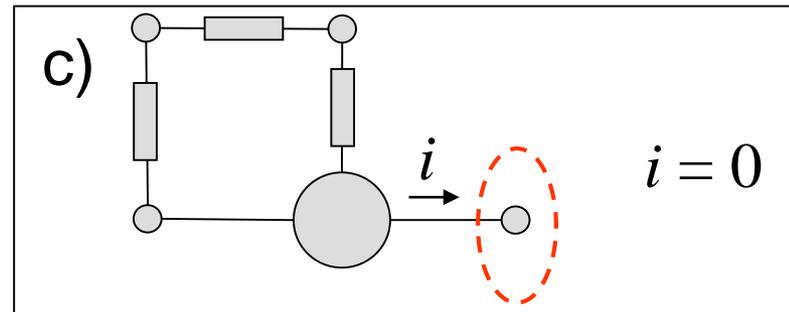
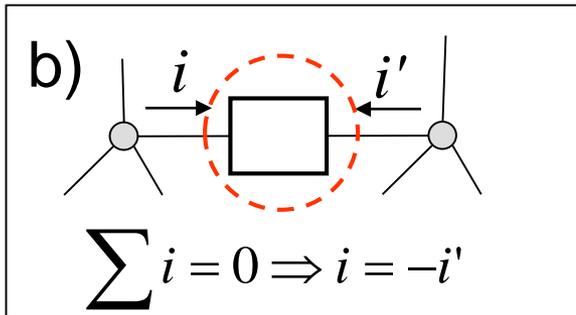
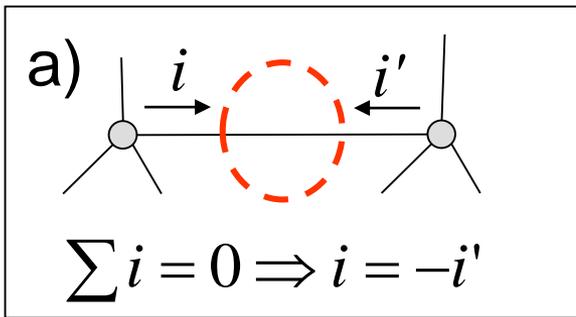
La somma algebrica delle correnti che attraversano una superficie chiusa è zero.



$$\Sigma i = 0$$

$$i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

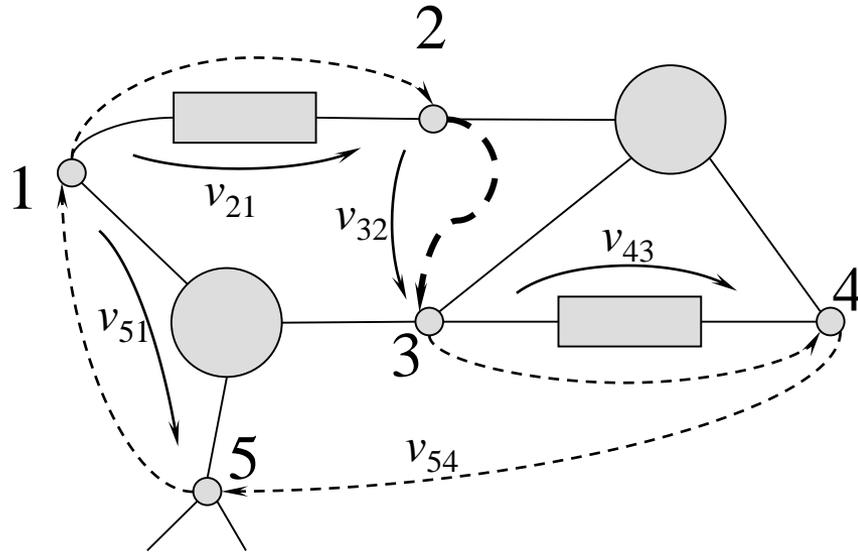
$$\sum_r a_r \cdot i_r = 0 \quad a_r = \pm 1$$



Nodi e pseudonodi

Nei nodi nei quali convergono due soli lati la LKC è banalmente verificata: si considerano solo i nodi nei quali convergono più di due rami.

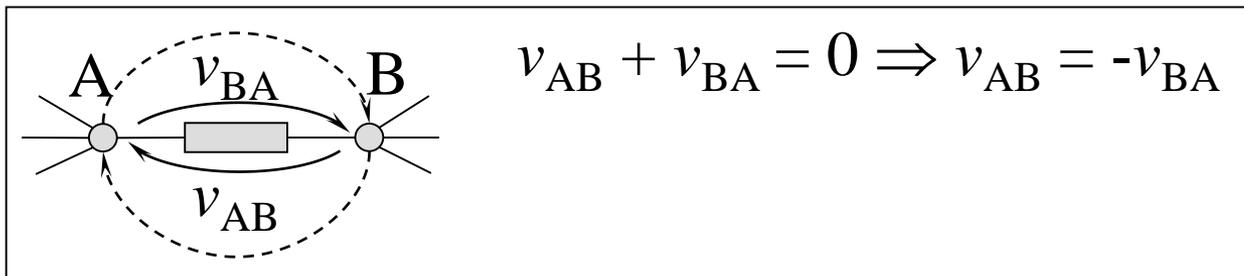
Il Legge di Kirchhoff (legge di Kirchhoff delle tensioni, LKT)



$$v_{21} + v_{32} + v_{43} + v_{54} + v_{15} = 0$$

$$\sum_r a_r \cdot v_r = 0 \quad a_r = \pm 1$$

La somma algebrica delle tensioni lungo un percorso chiuso (o lungo una maglia) è nulla



Allora, per esempio: $v_{21} - v_{23} + v_{43} - v_{45} + v_{15} = 0$

Data una rete con l elementi bipolari, identifico un sistema di l tensioni e l correnti descrittive (ad ex, usando la C.U.).

$2l$ incognite

Le $2l$ incognite devono soddisfare:

- le relazioni costitutive**
- le 2 leggi di Kirchhoff (indipendenti dalla natura dei componenti)**

Le relazioni costitutive sono $l \rightarrow$ occorrono l equazioni di Kirchhoff indipendenti

L'individuazione di tali equazioni, essendo basata sulle LK, non dipende dalla natura degli elementi ma solo dal numero e dal modo in cui essi sono connessi (topologia del circuito).

Equazioni indipendenti e sistema completo

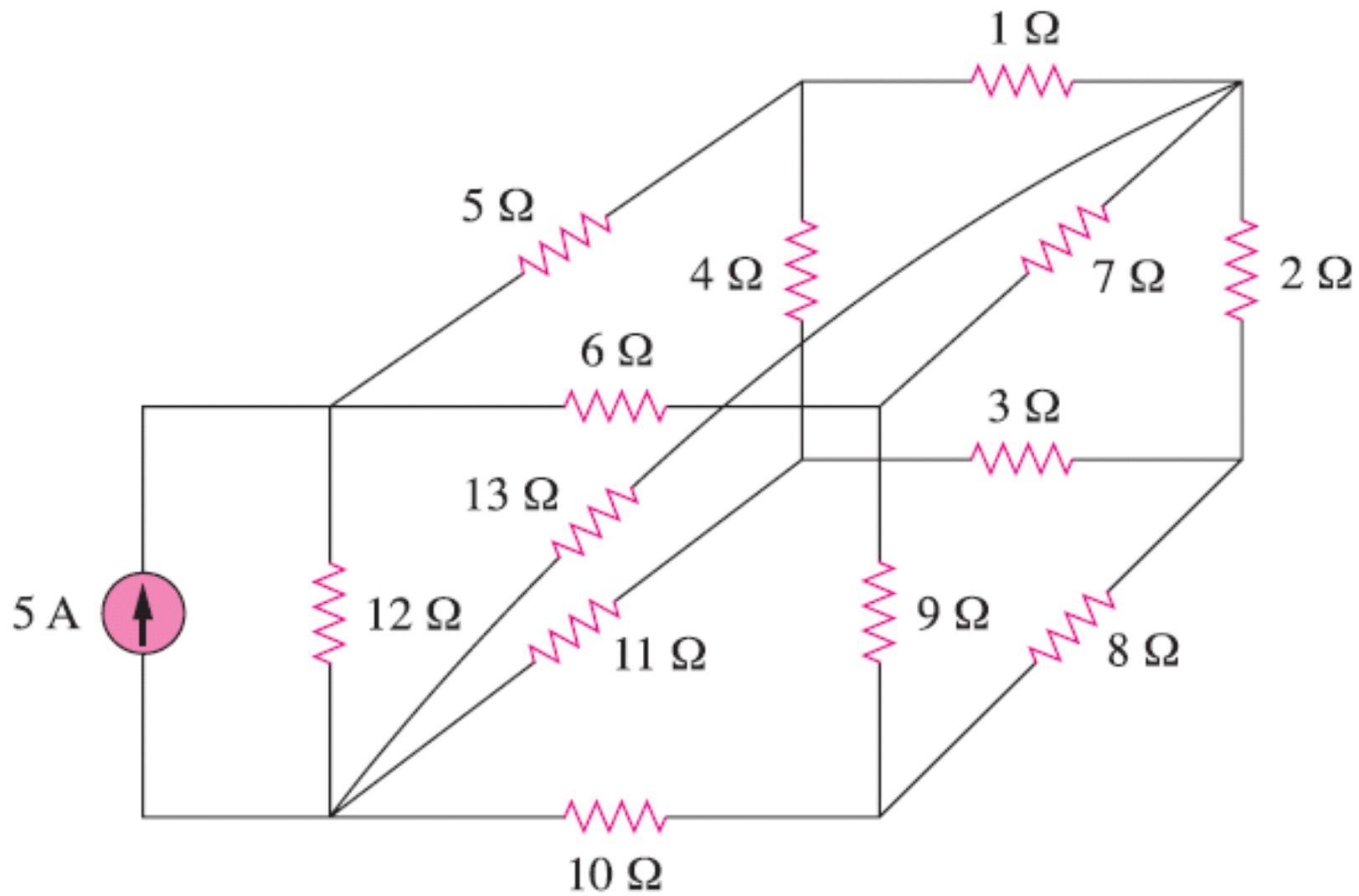
Per risolvere un problema di analisi interessa avere un metodo per l'individuazione delle equazioni delle LKT e delle LKC indipendenti.

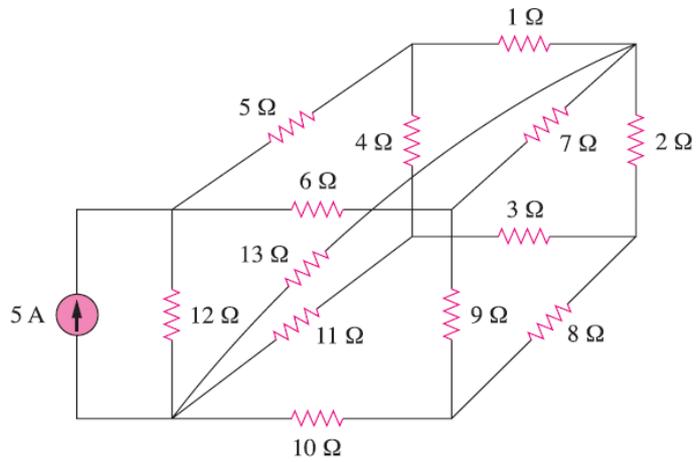
Il circuito ha l bipoli e n nodi

Ipotesi 1: **circuito connesso** (esiste un cammino attraverso il circuito che unisce una qualsiasi coppia di nodi).

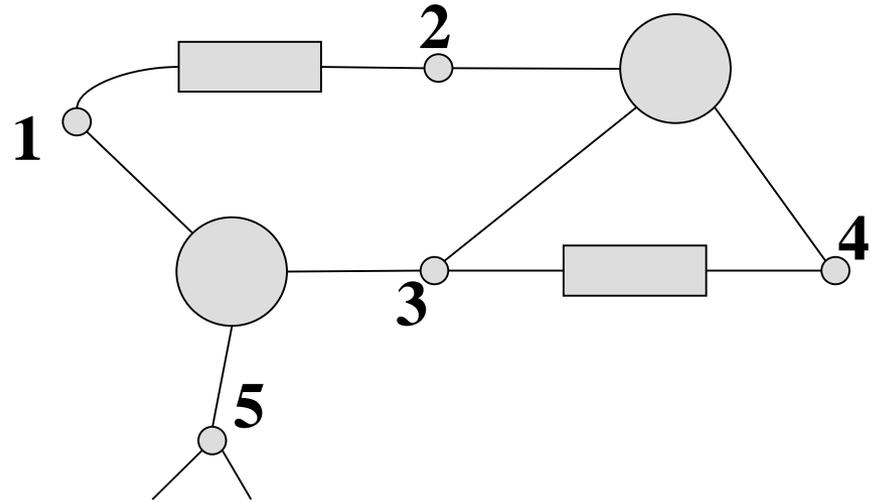
➤ Applicando la **LKC** a **tutti i nodi del circuito, tranne uno**, si ottiene un sistema di **equazioni linearmente indipendenti** (in ognuna di esse compare una corrente che non compare nelle altre).

➤ Ogni altra equazione LKC, scritta per quella rete, risulta inutile perché combinazione lineare di quelle scritte per $n-1$ nodi (**sistema completo**).





Non planare



Ipotesi 2: circuito planare (se lo distendo nel piano non contiene fili che si incrociano in punti diversi dai nodi)

Anello: una maglia del circuito planare che non contiene altri elementi al suo interno.

In un circuito planare con l bipoli e n nodi ci sono $m=l-n+1$ anelli

- **Le $l-n+1$ equazioni **LKT agli anelli** costituiscono un insieme di **equazioni indipendenti** (almeno una tensione compare solo in una delle m equazioni).**
- **Ogni altra equazione LKT, scritta per quella rete, risulta inutile perché combinazione lineare di quelle scritte per gli anelli (**sistema completo**)**