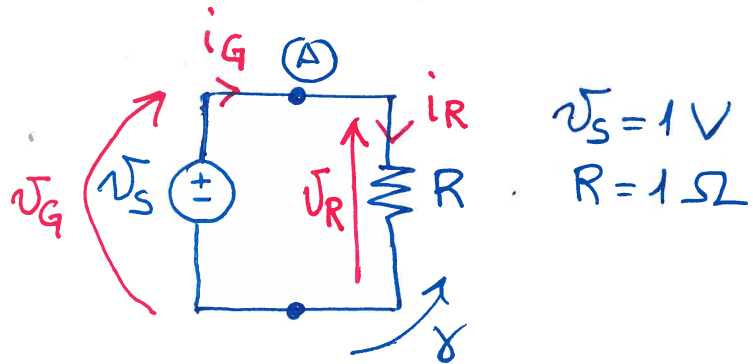


□ CIRCUITI BEN POSTI, IMPOSSIBILI, INDETERMINATI

①



- Le KCL e KVL descrivono la TOPOLOGIA (relazioni di interconnessione) con i vincoli che essa impone su tensioni e correnti.

$$\#1 \quad \begin{aligned} \text{KCL (A)} \quad i_G - i_R &= 0 \\ \text{KVL } \gamma: \quad V_R - V_G &= 0 \end{aligned}$$

- Le relazioni costitutive descrivono il comportamento dei bipoli

$$\#2 \quad \begin{aligned} V_R &= R i_R \\ V_G &= V_S \quad \forall i_G \end{aligned}$$

SISTEMA $\left\{ \begin{array}{l} \#1 \\ \#2 \end{array} \right.$

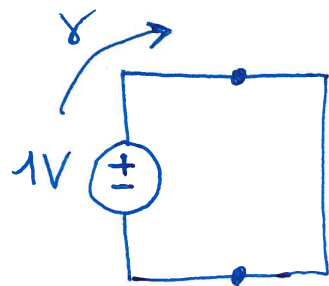
L'insieme delle equazioni KCL, KVL, rel. cost. consente di determinare la soluzione del circuito, ovvero specifico valore che le tensioni e correnti dei bipoli assumono in quel circuito.

$$V_R = V_G = V_S \quad i_G = i_R \quad V_R = R i_R \Rightarrow R i_R = V_S \quad \boxed{i_R = \frac{V_S}{R} = 1A} \quad \boxed{\begin{array}{l} i_G = 1A \\ V_R = V_G = 1V \end{array}}$$

Se \exists soluzione il circuito (problema circuitale) è ben posto.

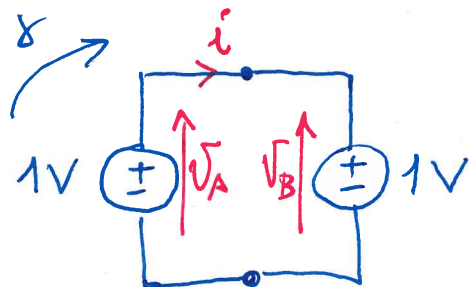
1 bis

- CIRCUITI IMPOSSIBILI violano KCL e/o KVL



$$\text{KVL } i: 1 = 0 \quad ?$$

- CIRCUITI INDETERMINATI ammettono ∞ soluzioni



$$\text{KVL } i: 1 - 1 = 0 \quad (\text{OK!})$$

$$\begin{aligned} \text{ma } V_A &= 1V \quad \forall i \\ V_B &= 1V \quad \forall i \end{aligned} \quad \left(\text{rel. cost. gen. ideale di tensione} \right)$$

$\Rightarrow i$ può essere arbitraria.

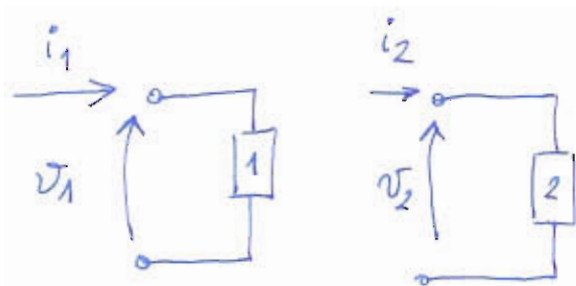
Circuiti impossibili e indeterminati sono problemi circuitali MAL POSTI
e certamente sono modelli inadeguati della realtà

□ EQUIVALENZA ESTERNA

Due bipoli sono EQUIVALENTI AI MORSETTI ESTERNI se hanno la stessa relazione costitutiva.

→ L'equivalenza esterna implica che possiamo sostituire un bipolo con un bipolo equivalente senza modificare il funzionamento del circuito all'esterno del bipolo stesso.

→ L'equivalenza esterna NON implica alcunché sulla struttura interna dei bipoli, e sulle trasformazioni energetiche che avvengono all'interno dei bipoli.



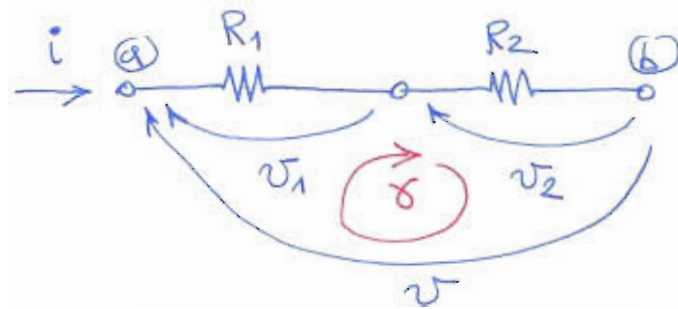
$$v_1 = f(i_1)$$

$$v_2 = f(i_2)$$

1 è equivalente a 2 ai morsetti esterni.

□ RESISTORI IN SERIE E RESISTENZA EQUIVALENTE

3615



Si ha

$$v_1 = R_1 i \quad ; \quad v_2 = R_2 i$$

KVL δ : $v - v_1 - v_2 = 0 \Rightarrow v = v_1 + v_2 = R_1 i + R_2 i$

$$\Rightarrow \boxed{v = (R_1 + R_2) i}$$

Quindi il bipolo di morsetti a-b è equivalente al seguente



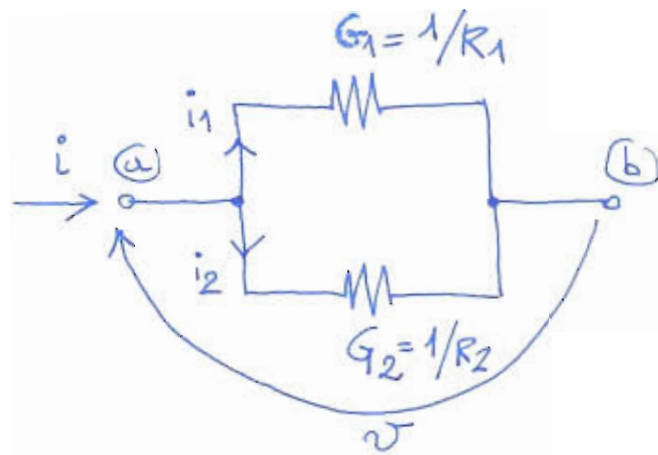
$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2}$$

"RESISTENZA EQUIVALENTE"

In generale, se si hanno N resistori in serie

$$\boxed{R_{eq} = \sum_{k=1}^N R_k}$$

□ RESISTORI IN PARALLELO E RESISTENZA EQUIVALENTE



Si ha

$$i_1 = G_1 v ; \quad i_2 = G_2 v$$

KCL $i - i_1 - i_2 = 0 \Rightarrow i = i_1 + i_2 = G_1 v + G_2 v$



$$i = (G_1 + G_2) v$$

Quindi il bipolo di morsetti (a)-(b) è equivalente al seguente:



$$G_{eq} = G_1 + G_2$$

"CONDUTTANZA EQUIVALENTE"

La RESISTENZA EQUIVALENTE risulta

$$R_{eq} = \frac{1}{G_{eq}} = \frac{1}{G_1 + G_2} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

In generale, se si hanno N resistori in parallelo.

$$G_{eq} = \sum_{k=1}^N G_k$$

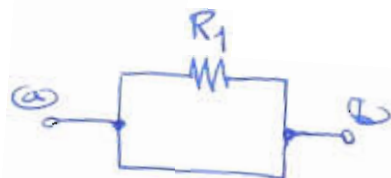
$$R_{eq} = \frac{1}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k}}$$

Osservazione:

$$R_{eq} \leq \min \{R_1, R_2, \dots, R_N\}$$

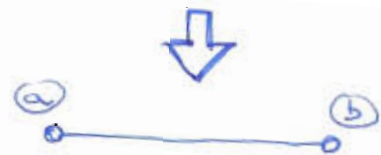
La R_{eq} è più piccola della più piccola resistenza R_k .

Caso limite:



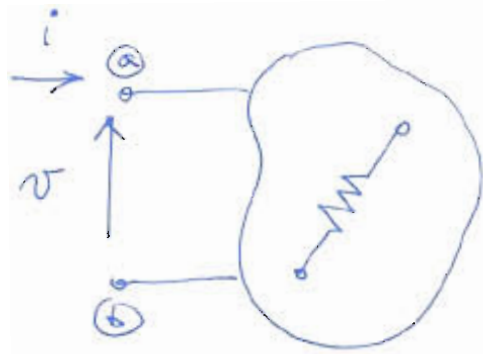
$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot 0}{R_1 + 0} = 0$$

Resistenza R_1 in parallelo ad un corto circuito.

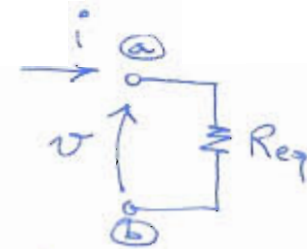


□ BIPOLI COSTITUITI DA AGGREGAZIONI DI RESISTORI

12



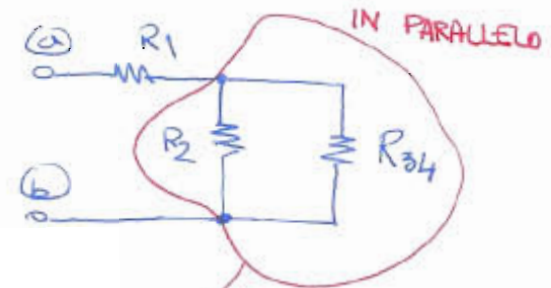
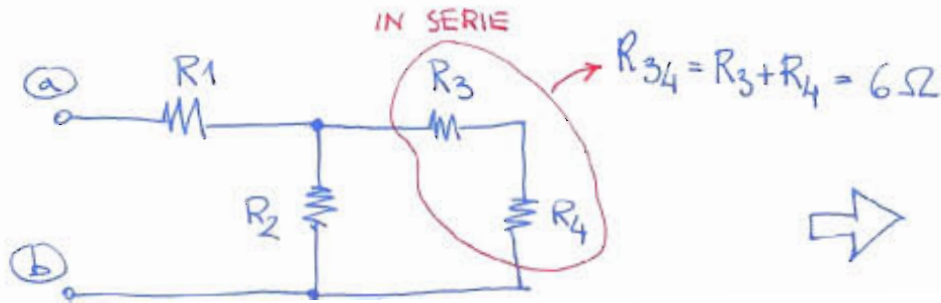
$$v = R_{eq} i$$



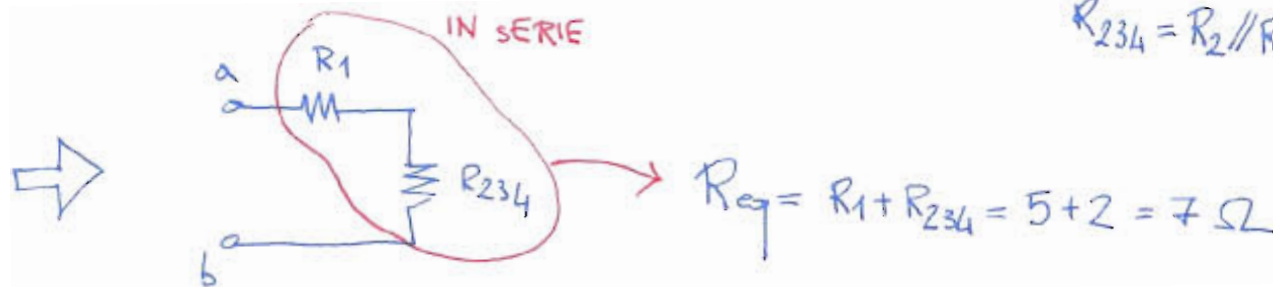
dove R_{eq} e' ottenuta componendo i resistori in serie e in parallelo

Esempio

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

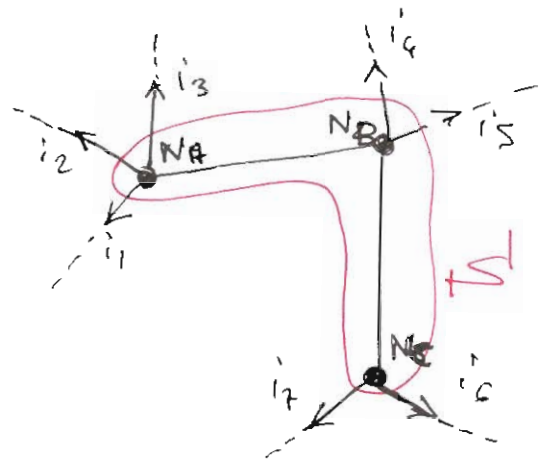


$$R_{234} = R_2 // R_{34} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

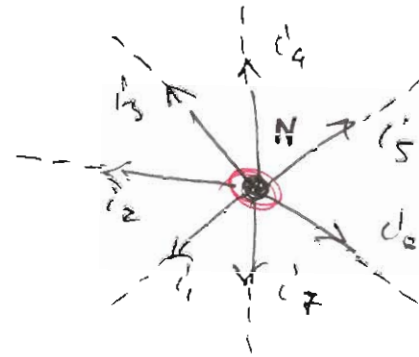
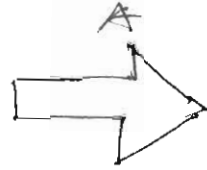


□ NODI CONNESSI DA COLLEGAMENTI IDEALI (BIPOLI CORTOCIRCUITO)

(15)



EQUIVALENTE



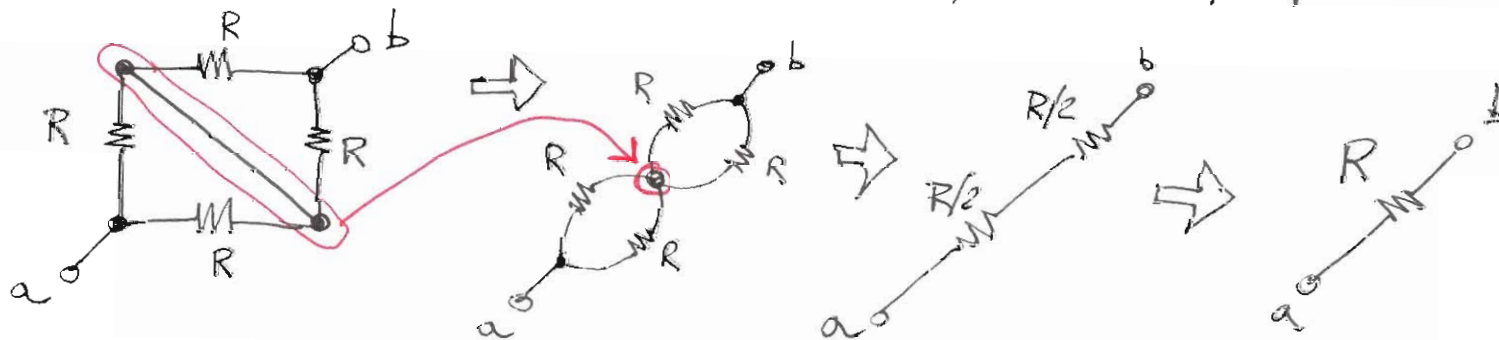
Infatti l'applicazione della KCL porta in entrambi i casi a scrivere la stessa equazione

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 + i_6 + i_7 = 0$$

(in un caso KCL su supernodo S' ; nell'altro caso KCL N)

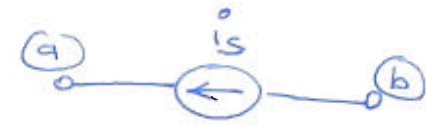
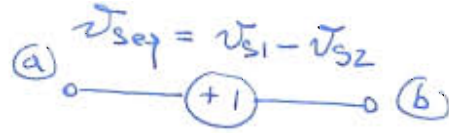
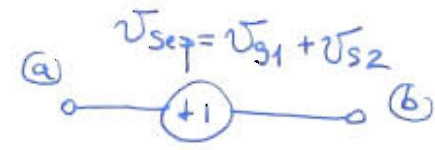
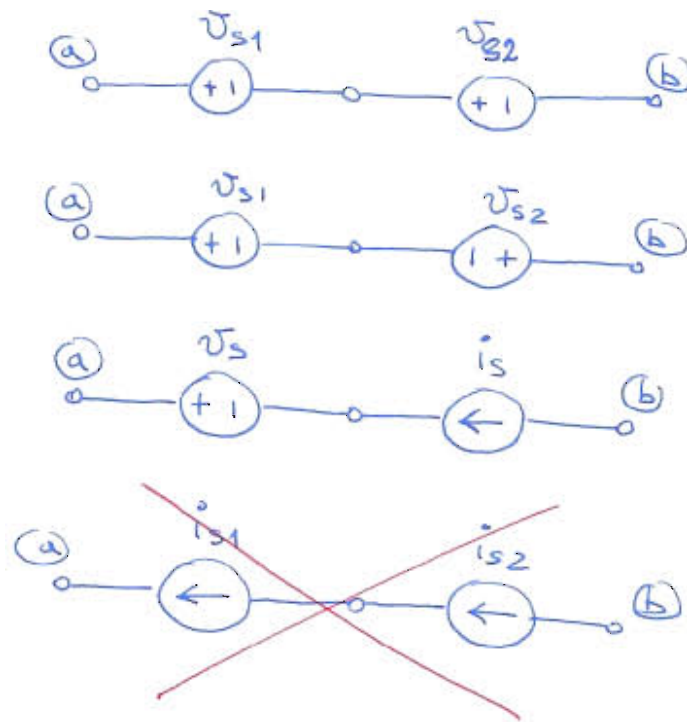
e inoltre, tutti i nodi (N_A , N_B e N_C) sono equipotenziali

Esempio:



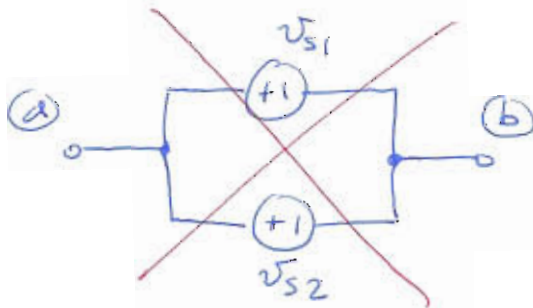
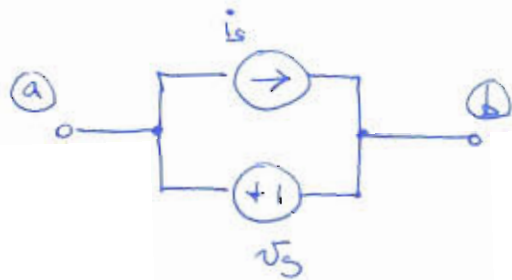
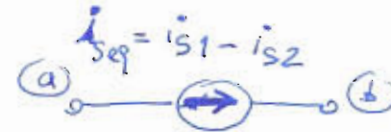
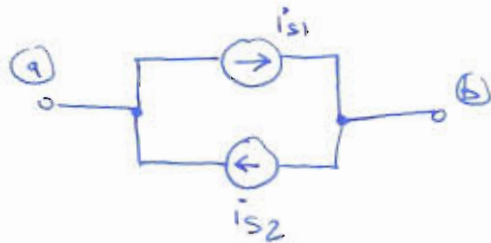
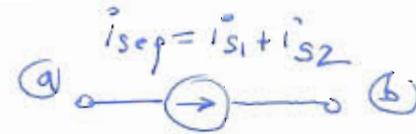
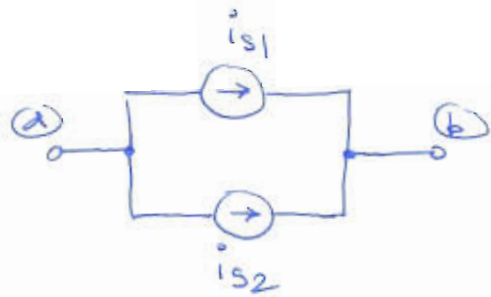
□ SORGENTI IN SERIE ED EQUIVALENTI AI MORSETTI ESTERNI

(13)



NON AMMISSIBILE SE $\bar{i}_{s1} \neq \bar{i}_{s2}$
PERCHÉ VIOLA LA KCL

□ SORGENTI IN PARALLELO ED EQUIVALENTI AI MORSETTI ESTERNI



NON AMMISSIBILE SE $v_{s1} \neq v_{s2}$
PERCHÉ VIOLA KVL