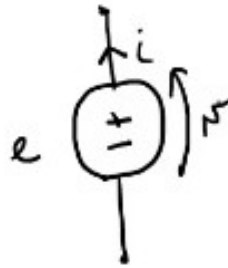


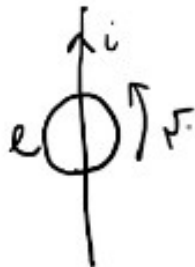
## Generatore indipendente di tensione

Ci sono diversi simboli per indicare un generatore indipendente.

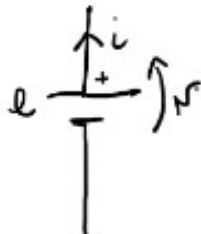


Con la convenzione del generatore.

Oppure:



Oppure:



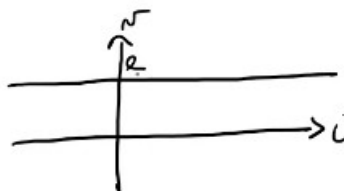
In elettronica di solito si usa il primo simbolo. Il secondo simbolo è usato dagli elettrotecnici. Il terzo è un simbolo usato per esempio per una batteria. Sono equivalenti.

Vediamo l'equazione costitutiva.

EQ. COSTITUTIVA

$$v = e \quad \forall t, i$$

Qualsiasi corrente  $i$  ci sia, la sua tensione è  $e$ . In un grafico:



Vediamo la potenza del componente.

$$\text{POTENZA: } p(t) = v(t) \cdot i(t) = e \cdot i$$

Per come è descritta l'equazione costitutiva, la tensione è sempre la stessa, la corrente può essere qualunque. In linea generale, questo componente può erogare o assorbire potenza indiscriminatamente, anche all'istante 0. Quindi questo è un componente attivo.

$$\text{POTENZA: } p(t) = v(t) \cdot i(t) = e \cdot i$$

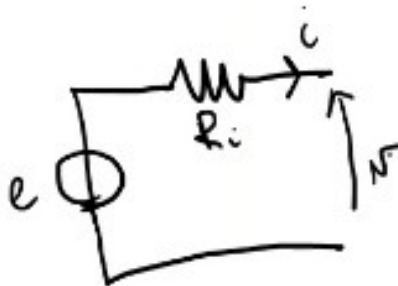
SI A POSITIVA CHE NEGATIVA

e non indica la f.e.m., è semplicemente un valore che impone il generatore, fisso. Usiamo  $a$  per non confonderci allora.

$$a = 0 \rightarrow \text{CORTO CIRCUITO}$$

Se la tensione imposta è uguale a 0, abbiamo un corto circuito.

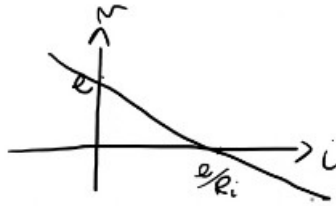
Un esempio semplice di generatore indipendente di tensione è la batteria, quindi vediamo un caso reale.



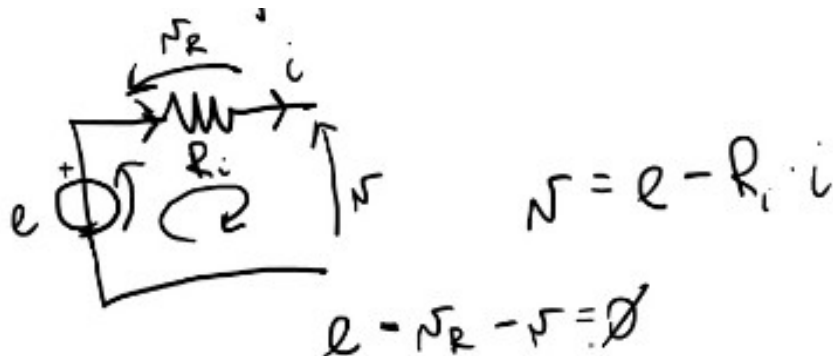
Questo è un modello di generatore reale, generatore ideale e una resistenza in serie. In realtà il modello di una batteria è più complesso, ma teniamo conto di questo. A cosa sarà uguale  $V$ ?

$$V = e - R_i \cdot i$$

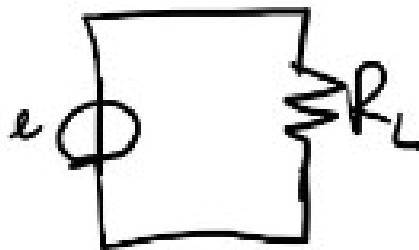
Significa che non è vero che la sua tensione sarà sempre la stessa. Graficamente:



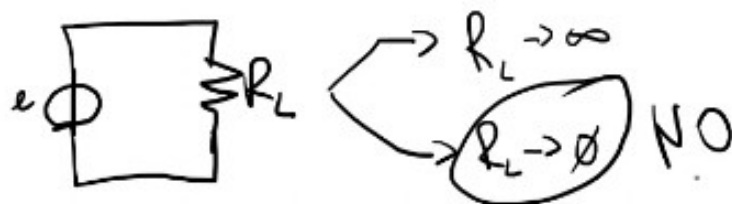
Per ricavarci la formula, abbiamo usato la LKT. Per il resistore, usiamo la convenzione dell'utilizzatore perché è un componente passivo, non un generatore.



Cosa succede se collegassimo il generatore ideale ad un carico  $R_L$ ?

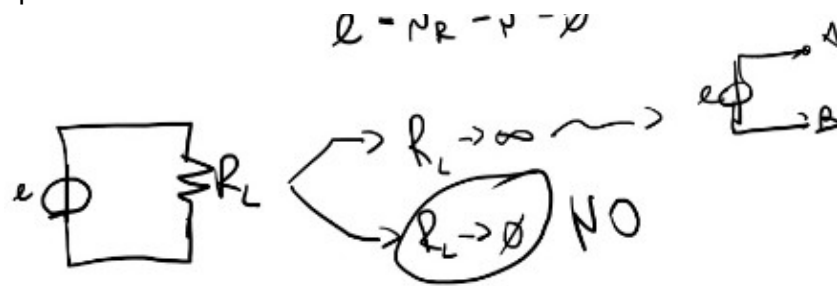


Cosa succede se  $R_L$  tende a infinito? Avremmo un circuito aperto, il generatore di tensione avrebbe una corrente che tende a 0. Se invece tende a 0  $R_L$ ? Una corrente che tende a infinito è impossibile, quindi non si può, verrebbe meno la LKT alla maglia. Nella vita reale, se si cortocircuitasse, si romperebbe il generatore se non entrano in gioco le protezioni.



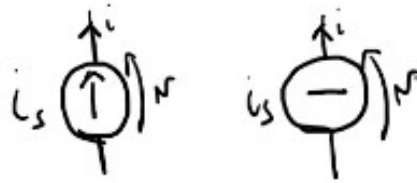
*Cos'è un carico?* Per ora è come una resistenza, ma è un qualcosa che assorbe, ad esempio una lampadina.

Se  $R_L$  è infinito, possiamo vederla come una corrente nulla, quindi circuito aperto, non è un problema. Il problema ci sarebbe col cortocircuito.



## Generatore indipendente di corrente

Potremmo trovarlo in tanti modi.



Sono la stessa cosa. L'equazione costitutiva è la stessa.

EQ. COSTITUTIVA

$$i = I_s \quad \forall v$$

Per qualsiasi tensione, la corrente è sempre la stessa. Graficamente:



Vediamo la potenza:

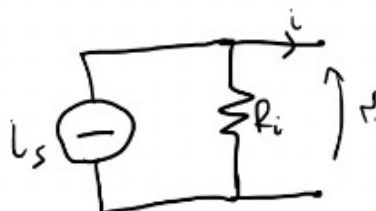
$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = v(t) \cdot I_s$$

Anche in questo caso, la potenza potrà essere positiva o negativa, quindi anche questo è un componente attivo.

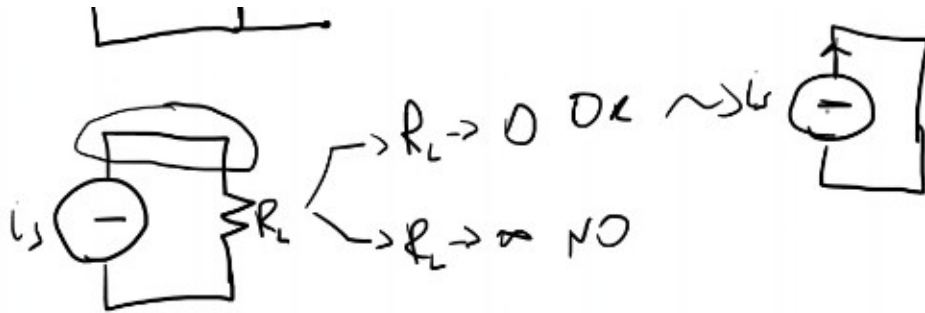
Per  $I_s$  uguale a 0, circuito aperto.

$$I_s = 0 \rightarrow \text{CIRCUITO APERTO}$$

Come modellare un generatore reale? Un pannello fotovoltaico può essere visto come un generatore di corrente.

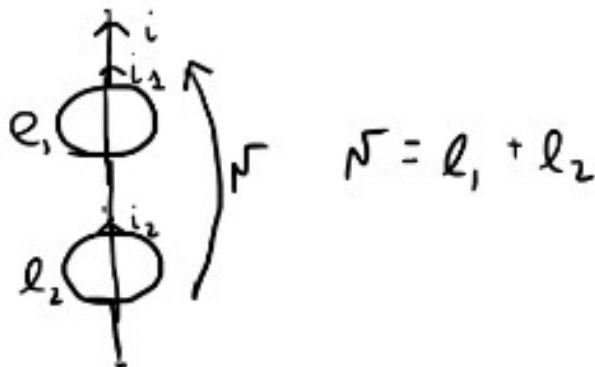


Anche in questo caso, vediamo cosa accade nei due casi di RL. Se RL è uguale a 0, non ci sarebbero problemi. Se RL tendesse a infinito, sarebbe un aperto, ma aperto vuol dire corrente nulla, ma non è nulla la corrente, quindi non sarebbe verificata la LKC, quindi non è possibile.

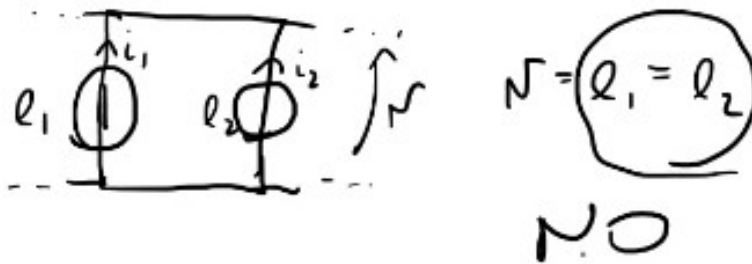


## Collegamenti

Vediamo il generatore di tensione in serie.

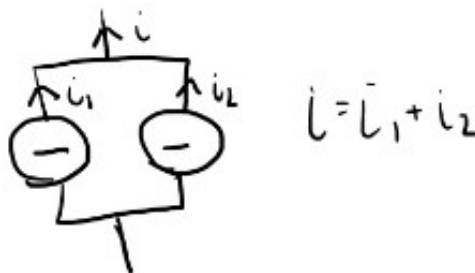


Vediamo il parallelo.

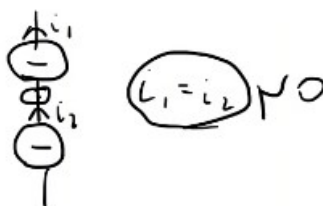


Attenzione, non è ammissibile. Abbiamo due generatori indipendenti, non per forza questi generatori sono uguali (sarebbero dipendenti), quindi viene invalidata la LKT per questa maglia. Nella realtà avremmo una resistenza in serie tra i due generatori, ma comunque interverrebbero le protezioni.

Vediamo il collegamento di generatori di corrente in parallelo.



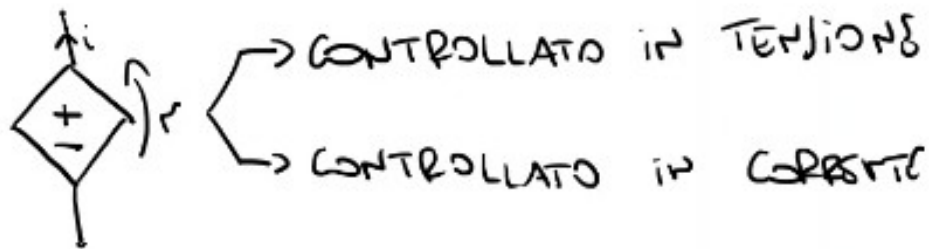
Vediamo il collegamento in serie.



Anche in questo caso, la LKC viene invalidata, quindi è un collegamento non ammissibile.

## Generatori controllati

Il generatore di tensione controllato può essere controllato in tensione o in corrente.

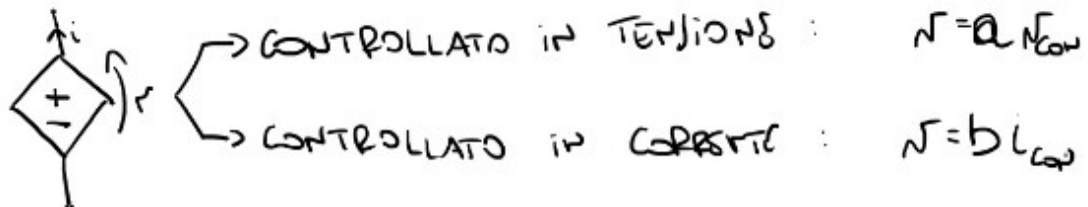


Vediamo le equazioni costitutive.

### GENERATORI CONTROLLATI

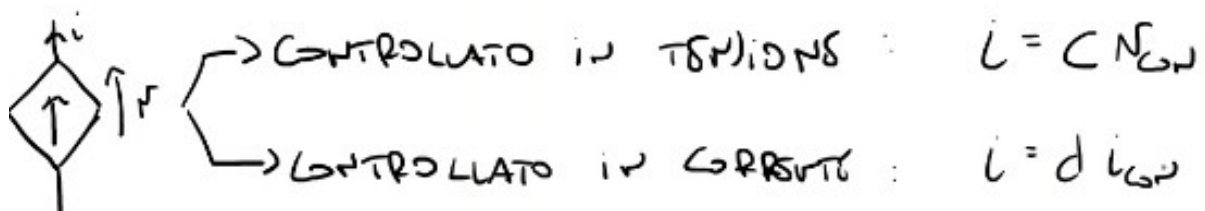
martedì 9 marzo 2022 17:19

EQ. COSTIT.



Quindi, la tensione può essere proporzionale o alla corrente di un circuito o alla tensione.

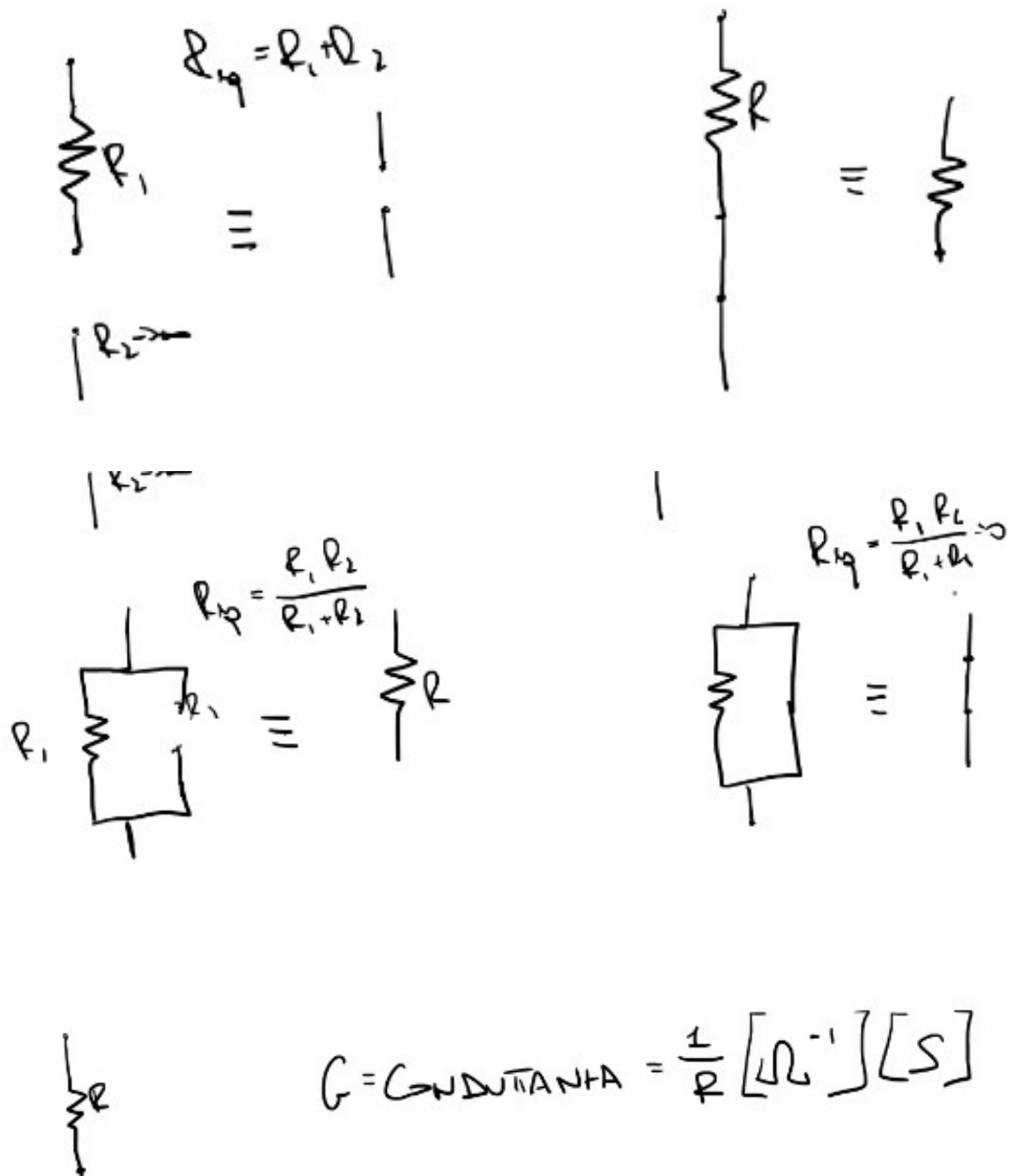
Poi abbiamo:



Stessa cosa del generatore di tensione controllato, ma di corrente.



## Considerazioni



Se avessimo un parallelo, le conduttanze si sommano.

$$\text{PARALLELO : } R_{eq} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$$

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

In serie, le conduttanze sono in parallelo.

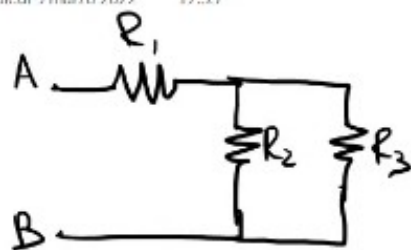
$$\text{SERIE : } R_{eq} = R_1 + R_2 \leadsto \frac{1}{G_{eq}} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2}$$

$$\leadsto G_{eq} = \left( \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

## Esercizio

Supponiamo di avere un circuito fatto in questo modo.

venerdì 9 marzo 2023 17:55



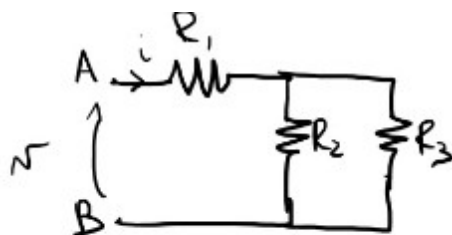
$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 1 \, \Omega$$

$$R_3 = 9 \, \Omega$$

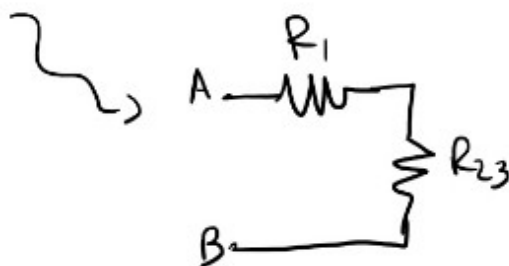
TROVARE LA RESISTENZA  
EQUIVALENTE AI TERMINALI  
A e B.  $R_{AB} = ?$

Questo è il nostro obiettivo, cioè:



Con  $R_{AB}$ , avremmo la stessa corrente  $i$  per i due circuiti.

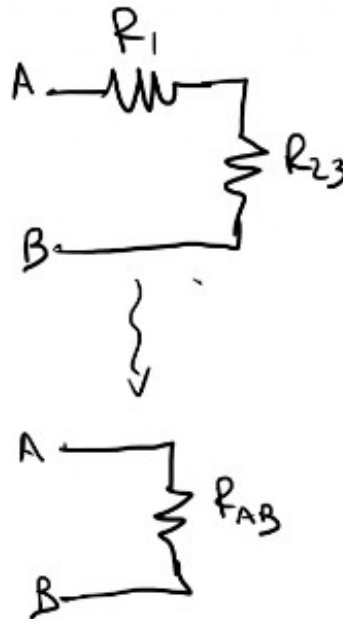
Quindi:



R23 vale:

$$R_{23} = \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = \left( \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} \right)^{-1} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{9}{10} \Omega = 0,9 \Omega$$

Questo circuito si può semplificare nuovamente, i 2 resistori sono in serie.



Quindi:

$$R_{AB} = R_1 + R_{23} = (10 + 0,9) \Omega = 10,9 \Omega$$

Se abbiamo 2 resistori in parallelo, la resistenza equivalente è sempre minore delle singole 2.

$$R_{23} \leq R_2, R_3$$

Mettiamo l'uguale perché se una delle due è circuito aperto, allora sono uguali.

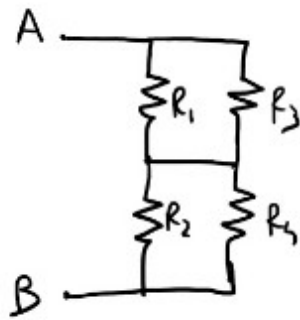
Per la serie abbiamo l'inverso.

$$R_{AB} \geq R_1, R_{23}$$

Mettiamo l'uguale perché se avessimo un corto avremmo questo.

## Esercizio

Complichiamo il circuito leggermente.



$$R_1 = 40 \text{ k}\Omega$$

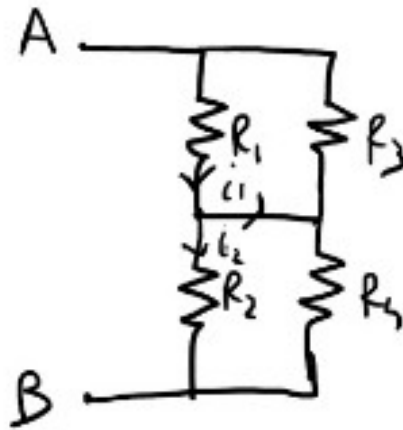
$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 40 \text{ k}\Omega$$

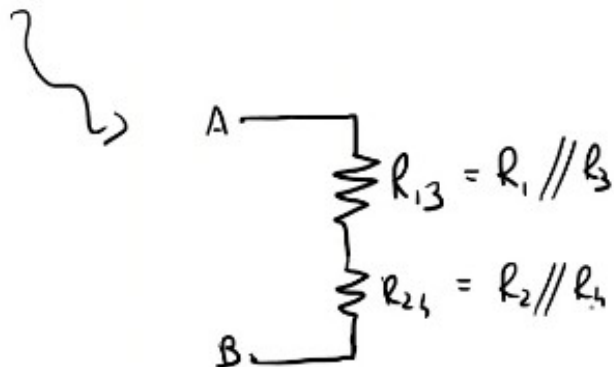
$$R_{AB} = ?$$

$R_1$  e  $R_2$  sono in serie? Facciamo attenzione, cosa vuol dire due resistori in serie? Che percorre la stessa corrente.



$i_1$  e  $i_2$  non sono le stesse, quindi  $R_1$  e  $R_2$  non sono in serie.

Ai capi di  $R_1$  e  $R_3$  abbiamo la stessa tensione, quindi sono in parallelo. Lo stesso vale per  $R_2$  e  $R_4$ . Possiamo ridisegnare il circuito.

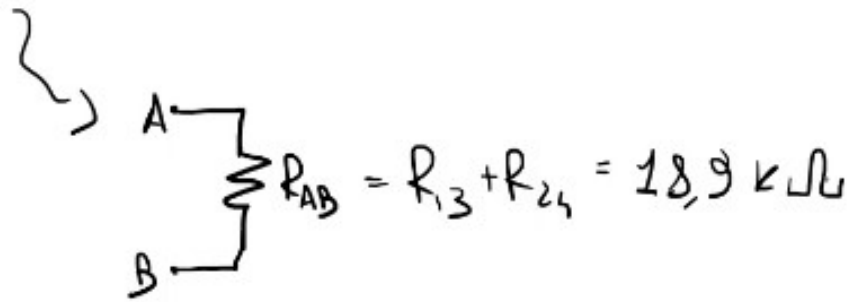


Prendiamo i valori.

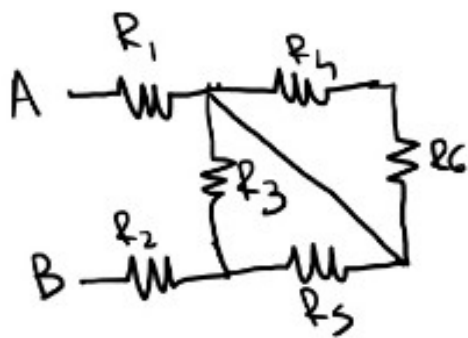
$$R_{13} = R_1 // R_3 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 10,9 \text{ k}\Omega$$

$$R_{24} = R_2 // R_4 = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 8 \text{ k}\Omega$$

Quindi abbiamo semplificato il circuito trovando i resistori equivalenti. Ora abbiamo due resistori in serie, perché la corrente è la stessa. Riscriviamo di nuovo il circuito.



## Esercizio

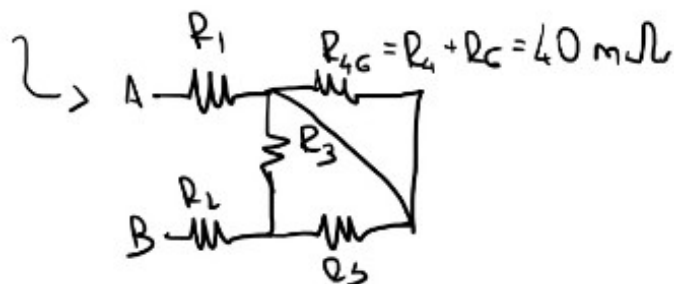


$$R_1 = R_2 = 10 \text{ m}\Omega$$

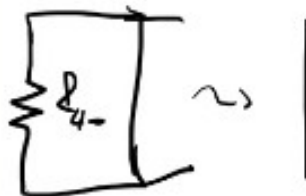
$$R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 20 \text{ m}\Omega$$

$$R_{AB} = ?$$

Vediamo il primo passaggio.  $R_4$  e  $R_6$  sono in serie.



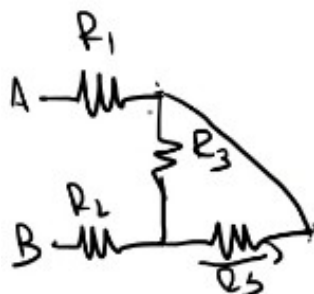
$R_3$  e  $R_5$  non sono in serie perché la corrente non è la stessa.  $R_{46}$  non è in parallelo a  $R_5$ .  $R_{46}$  è in parallelo a un corto. Qual è la resistenza equivalente di un resistore in parallelo a un corto? È ancora un corto.



Se poniamo il corto come  $R_7 = 0$ . Se avessimo una corrente percorrerebbe dove c'è una resistenza o dove c'è un corto? Dove c'è un corto! È come chiedersi se l'acqua passa attraverso un tubo con un muro o un tubo libero, ovviamente nel secondo.

$$R = R_{46} // R_7 = \frac{R_{46} \cdot R_7}{R_{46} + R_7} = 0$$

Quindi il circuito si può semplificare così.



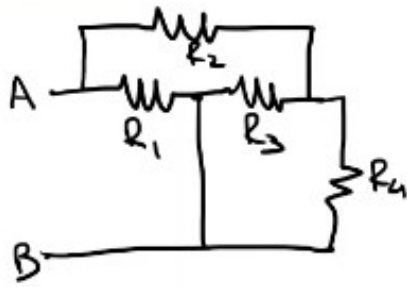
Quindi adesso avremo  $R_3$  e  $R_5$  in parallelo, perché sono collegati agli stessi nodi.



Ora tutto è in serie. Quindi l'ultimo passaggio:

$$R_{AB} = 30 \text{ m}\Omega$$

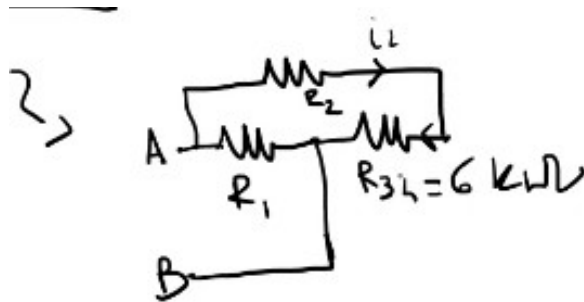
## Esercizio



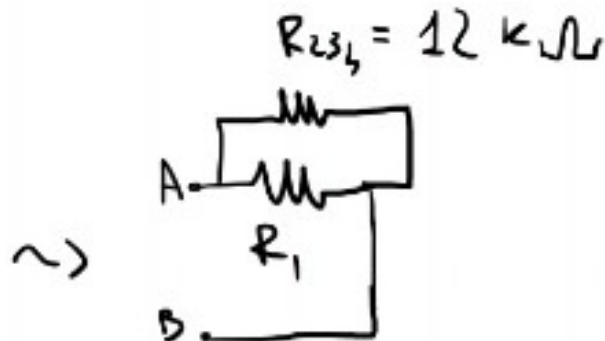
$$\begin{aligned} R_1 &= 4 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 6 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= R_4 = 12 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$R_{AB} = ?$$

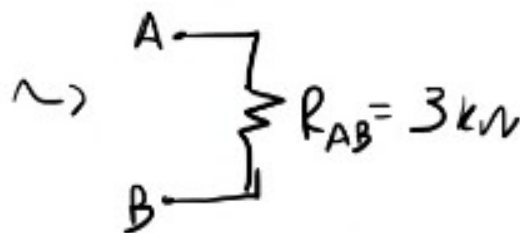
$R_3$  e  $R_4$  sono in parallelo. Il punto C coincide col punto B per il cortocircuito.



$R_2$  e  $R_{34}$  sono in serie, non ci sono nodi che dividono la corrente.



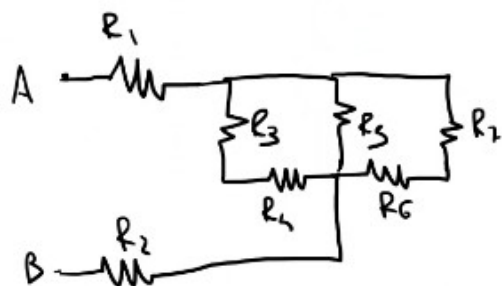
Rimane un parallelo.



Due resistenze sono in serie quando sono collegate tra di loro e non c'è un terzo ramo nel nodo che li congiunge.



## Esercizio

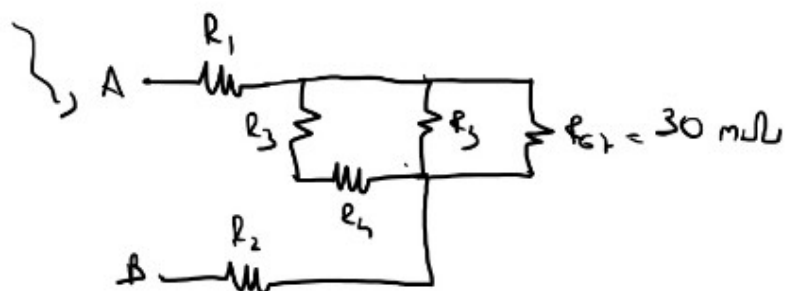


$$R_1 = R_2 = R_3 = R_6 = 10 \text{ m}\Omega$$

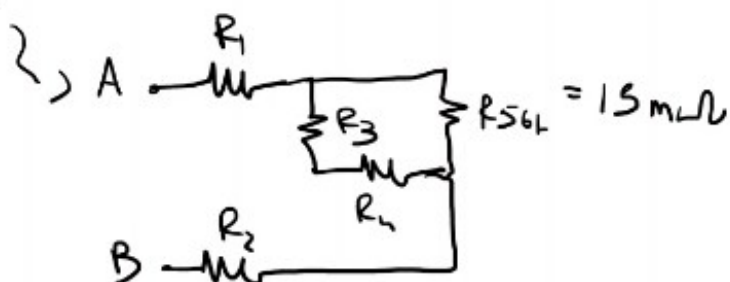
$$R_4 = R_7 = 20 \text{ m}\Omega$$

$$R_5 = 30 \text{ m}\Omega$$

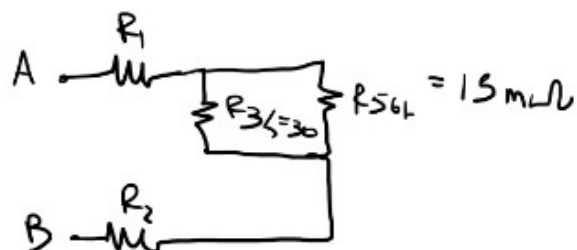
$R_6$  e  $R_7$  sono in serie.



$R_5$  e  $R_{67}$  sono in parallelo.



$R_3$  e  $R_4$  sono in serie.



C'è un parallelo tra  $R_{34}$  e  $R_{567}$ . Poi è tutto in serie.