

I CIRCUITI ELETTRICI

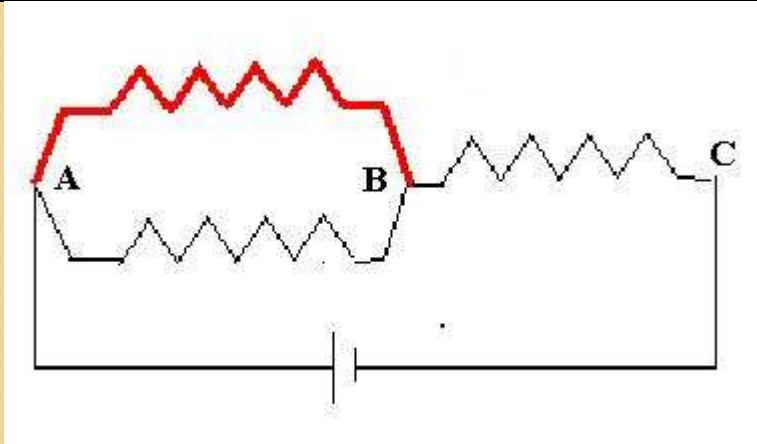


Prima di tutto occorre mettersi d'accordo anche sui nomi di alcune parti dei circuiti stessi.

DEFINIZIONE

Definiamo **ramo** un tratto di circuito senza diramazioni (tratto evidenziato in rosso nella figura).

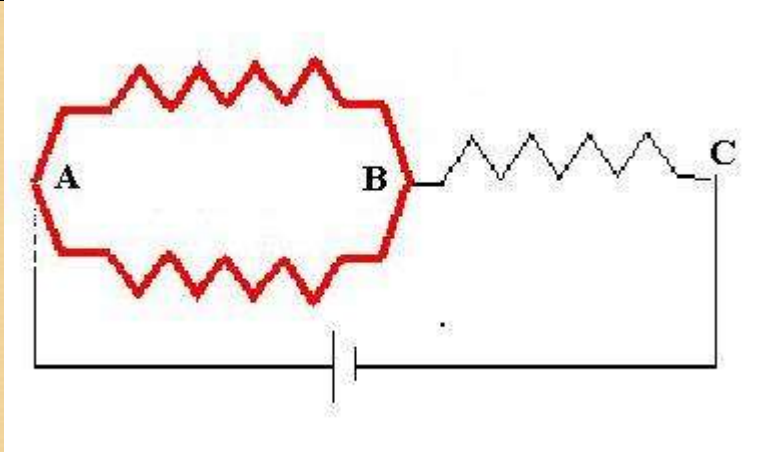
Definiamo **nodo** un punto nel quale convergono tre o più rami (Punti **A** e **B** nella figura sottostante).



Si sottolinea che il punto indicato in figura con la lettera C non è un nodo, infatti vi convergono soltanto due tratti di circuito, esso rappresenta soltanto una curva nel circuito, disegnata in quel punto per comodità grafica e del tutto insignificante sotto il punto di vista delle conseguenze sul funzionamento del circuito stesso. Se infatti si piega secondo angolature diverse il filo che porta dalla presa di corrente all'abat-jour sul comodino, non si ha nessun effetto sul funzionamento della lampadina.

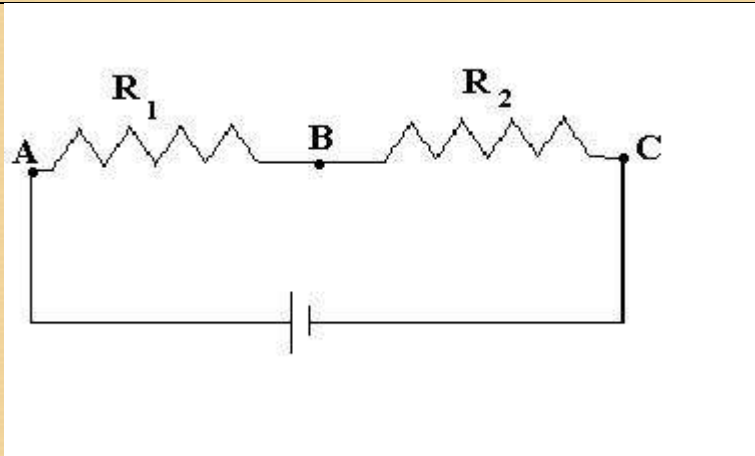
DEFINIZIONE

Una **maglia** è invece un tratto di circuito chiuso, il cui disegno posso percorrere con un dito senza staccare il dito dal foglio (parte evidenziata in rosso nel disegno sottostante).



DEFINIZIONE

Si dice che due resistenze sono **“in serie”** quando la carica elettrica passa da una resistenza all'altra senza che vi siano nodi nel mezzo, ovvero quando le due resistenze giacciono sullo stesso ramo.



Cosa avviene a differenza di potenziale e intensità di corrente quando due resistenze sono in serie? Basti pensare alla definizione di intensità di corrente (vedi paragrafo...). L'intensità di corrente dà la misura dell'intensità del flusso di elettroni nel conduttore. Essa può essere paragonata al flusso di acqua in una tubatura. È ovvio che se il tubo non ha diramazioni né interruzioni, tanta acqua entra e tanta ne esce. Fuor di metafora ciò equivale a dire che **quando due resistori sono in serie, essi sono attraversati dalla stessa intensità di corrente $i_s = i_1 = i_2$** . La differenza di potenziale è invece una funzione della posizione (vedi paragrafo...) per cui, in riferimento alla figura, la differenza di potenziale tra i punti A e C è la somma delle differenze di potenziale tra i punti A e B e quella tra i punti B e C. Rifacendosi di nuovo alla metafora dell'acqua in un condotto possiamo pensare che la differenza di potenziale sia il dislivello tra due punti. Se l'acqua passa dal punto A al punto C transitando per il punto B, il dislivello totale sarà la somma dei due dislivelli parziali. Riepilogando: **quando due resistori sono in serie, la differenza di potenziale complessiva è uguale alla somma delle differenze di potenziale parziali $\Delta V_s = \Delta V_1 + \Delta V_2$** .

Da quest'ultima formula, ricordando che, per la prima legge di Ohm, $\Delta V = i \cdot R$ si ottiene:

$$i_s \cdot R_s = i_1 \cdot R_1 + i_2 \cdot R_2$$

Poiché tutte le intensità di corrente sono uguali posso usare lo stesso simbolo:

$$i \cdot R_s = i \cdot R_1 + i \cdot R_2$$

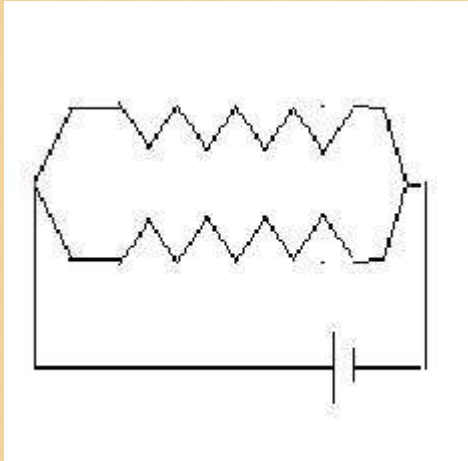
A questo punto non resta che semplificare, ottenendo:

$$R_s = R_1 + R_2$$

Quando due resistori sono in serie, la resistenza complessiva è uguale alla somma delle resistenze parziali.

DEFINIZIONE

Si dice che due resistenze sono **“in parallelo”** quando hanno lo stesso nodo di partenza e lo stesso nodo di arrivo, ovvero quando le due resistenze giacciono due rami confluenti.



Come abbiamo fatto prima per le resistenze in serie, vediamo cosa accade a differenza di potenziale e intensità di corrente quando due resistenze sono in parallelo. Ripensando alla metafora dell'acqua è facile rendersi conto che, quando due resistori sono in parallelo, l'intensità di corrente che giunge al nodo non può che suddividersi tra i due rami. Ovvero tanta corrente entra in un nodo e altrettanta ne deve uscire. Questa è la I legge di Kierchoff:

DEFINIZIONE

La somma algebrica delle correnti entranti (+) ed uscenti (-) in un nodo è uguale a zero.

Esprimendo questo fatto in forma matematica **quando due resistori sono in parallelo, $i_p \equiv i_1 + i_2$** . essendo invece, come ricordavamo prima, la differenza di potenziale una funzione della posizione essa non può dipendere dal fatto che si percorra la distanza tra due nodi passando per un ramo piuttosto che per un altro, quindi essa è uguale in tutti i rami che concorrono negli stessi punti. Esprimendo il tutto con una formula: **quando due resistori sono in parallelo, la differenza di potenziale complessiva è uguale alla differenza di potenziale in ciascuno dei due rami $\Delta V_s \equiv \Delta V_1 = \Delta V_2$** .

Dalla relazione tra le intensità, ricordando che, per la prima legge di Ohm, $i = \Delta V / R$ si ottiene:

$$\Delta V_p / R_p = \Delta V_1 / R_1 + \Delta V_2 / R_2$$

Poiché tutte le differenze di potenziale sono uguali posso usare lo stesso simbolo:

$$\Delta V / R_p = \Delta V / R_1 + \Delta V / R_2$$

A questo punto non resta che semplificare, ottenendo:

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2$$

Quando due resistori sono in parallelo, l'inverso della resistenza complessiva è uguale alla somma degli inversi delle resistenze parziali.

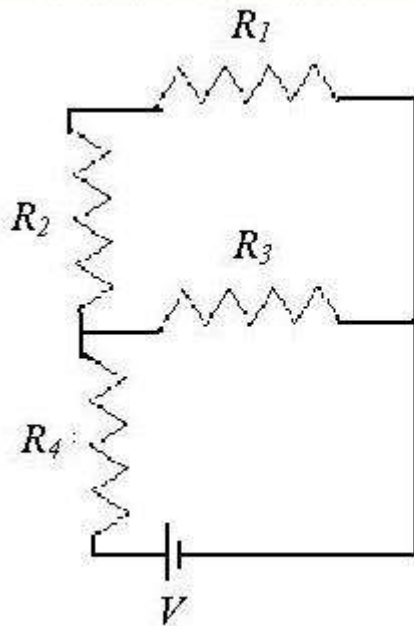
Elaborando ulteriormente la formula, se lo si ritiene più comodo, si può ottenere, anziché l'inverso, la singola resistenza:

$$R_p = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

Come si vede, le cose da sapere per risolvere un circuito non sono molte, e sono tutte dirette conseguenze della legge di Ohm, ma per riuscire a "vedere la soluzione giusta" occorre un po' di allenamento, che si può ottenere solo facendo esercizio.

ESERCIZIO SVOLTO:

Trovare la resistenza complessiva del seguente circuito:

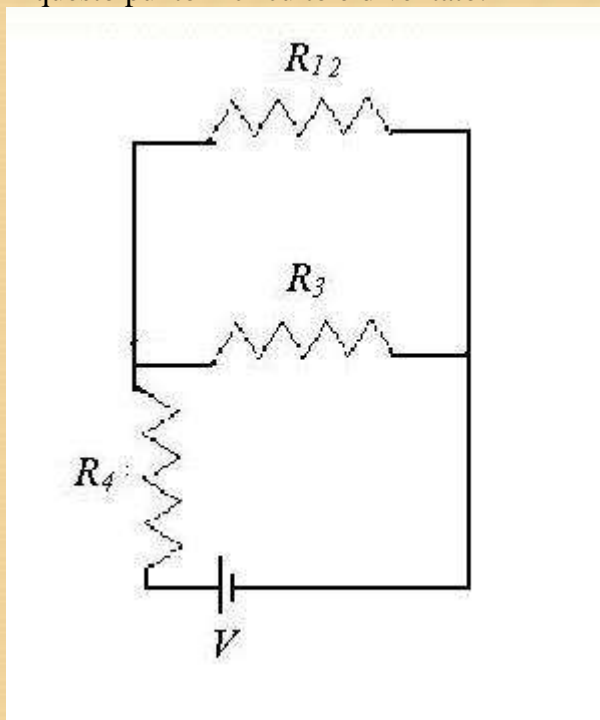


$$\begin{aligned}
 R_1 &= 10 \, \Omega \\
 R_2 &= 5 \, \Omega \\
 R_3 &= 30 \, \Omega \\
 R_4 &= 30 \, \Omega \\
 V &= 100 \, \text{V}
 \end{aligned}$$

Le uniche due resistenze che abbiano tra loro una relazione chiaramente riconoscibile sono R_1 ed R_2 , che sono in serie. Iniziamo a semplificare il circuito sostituendo a queste due resistenze una sola resistenza che abbia da sola la stessa resistenza di queste due messe insieme.

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 10 \, \Omega + 5 \, \Omega = 15 \, \Omega$$

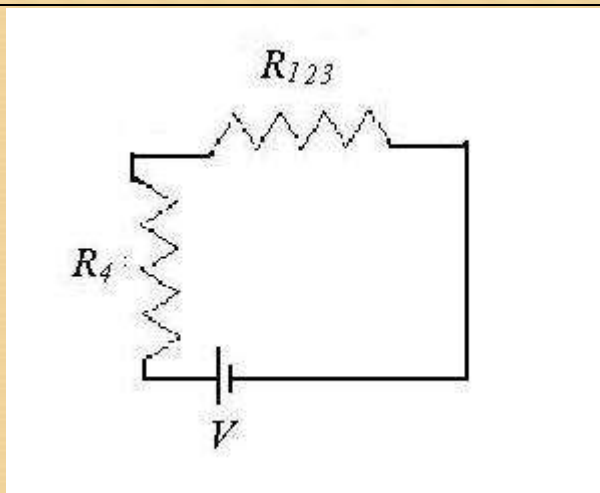
A questo punto il circuito è diventato:



Adesso sono R_{12} ed R_3 ad avere in comune nodo di partenza e nodo di arrivo e ad essere quindi in parallelo. Sostituiamo ad esse la resistenza equivalente:

$$R_{123} = (R_{12} \cdot R_3) / (R_{12} + R_3) = (15 \, \Omega \cdot 30 \, \Omega) / (15 \, \Omega + 30 \, \Omega) = 10 \, \Omega$$

A questo punto il circuito è diventato:



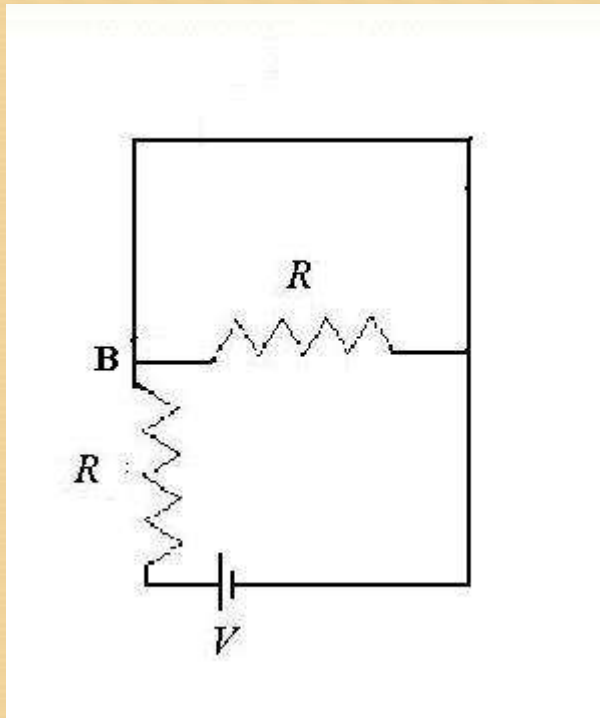
Adesso R_{123} ed R_4 ad avere sono chiaramente in serie. La resistenza complessiva è quindi $R_{tot} = R_{123} + R_4 = 10 \Omega + 30 \Omega = 40 \Omega$

Si noti come, ogni volta che due resistenze sono in serie, la resistenza complessiva è maggiore di ciascuna delle due resistenze di partenza, quando invece sono in parallelo la resistenza complessiva è minore di ciascuna delle due resistenze di partenza.

Nei circuiti domestici i singoli utilizzatori di corrente elettrica (elettrodomestici, lampadine) sono generalmente posti in parallelo. Questo perché, in caso contrario, disattivando uno di essi si interromperebbe l'intero circuito.

Oggi anche le lampadine per l'albero di Natale vengono generalmente poste in parallelo, facendo partire una diramazione per ogni singola lampadina. Ma in qualche impianto più vecchio a volte capita che le lampadine per questi semplici circuiti siano ancora in serie. Accade allora che, ogni volta che si fulmina una singola lampadina, si spenga l'intera catena di lampadine e divenga necessario cercare con pazienza quella rotta e sostituirla. Si badi bene, sostituirla, non eliminarla. Infatti eliminandola si riduce la resistenza del circuito, aumentando, per la prima legge di Ohm, l'intensità di corrente che vi circola e di conseguenza rischiando di bruciare il circuito, non progettato per forti intensità di corrente.

Il fenomeno di surriscaldamento del circuito dovuto ad eccessivo passaggio di corrente è chiamato **corto circuito** e avviene spesso quando la corrente, a causa di un contatto, prende diramazioni non previste.



Nel circuito in figura, ad esempio, quando la corrente giunge al bivio B, per la prima legge di Ohm, si ripartisce in maniera inversamente proporzionale alle resistenze nei due rami. Il ramo privo di resistenza riceve un'intensità di corrente teoricamente infinita, che lo brucia.

Sempre rifacendoci alle leggi fin qui esaminate un esercizio potrebbe richiedere di trovare qualcosa in più rispetto alla resistenza complessiva.

ESERCIZIO SVOLTO:

Rifacendosi allo stesso circuito dell'esercizio svolto precedente trovare l'intensità di corrente su R_1 .

Si sa che l'intensità di corrente partita dal generatore deve attraversare integralmente R_4 per poi suddividersi in due parti inversamente proporzionali alla resistenza sui due rami.

L'intensità di corrente complessiva si trova applicando la legge di ohm all'intero circuito

$$I_{tot} = V_{tot} / R_{tot} = 100 \text{ V} / 40 \Omega = 2,5 \text{ A}$$

A questo punto ho tutti i dati per calcolare il salto di potenziale dovuto alla presenza della resistenza 4, attraversata da tutta la corrente:

$$V_4 = I_{tot} \cdot R_4 = 2,5 \text{ A} \cdot 30 \Omega = 75 \text{ V}$$

Poiché in una maglia la d.d.p. erogata deve essere uguale a quella assorbita, i due rami in parallelo devono avere una d.d.p. pari alla differenza tra quella erogata dal generatore e quella assorbita da R_4 .

$$V_{12} = V_3 = 100 \text{ V} - 75 \text{ V} = 25 \text{ V}$$

La resistenza del ramo 12 era già stata calcolata e possiamo quindi risalire all'intensità di corrente su tale ramo:

$$I_1 = I_2 = V_{12} / R_{12} = 25 \text{ V} / 15 \Omega = 1,67 \text{ A}$$

Occorre stare attenti, quando si risolvono i circuiti, a riferire esattamente la legge di Ohm al tratto di circuito considerato, evitando, ad esempio, di confondere i dati del circuito complessivo con quelli locali. A tale scopo è indispensabile un corretto uso dei pedici.