



Semplici circuiti elettrici con resistenze

LEGGE di OHM

Principi di Kirchhoff

RESISTENZA EQUIVALENTE

RESISTENZE COLLEGATE IN SERIE

Se colleghiamo più resistenze in modo che il terminale di uscita di ognuna sia in contatto con il **solo** terminale di ingresso della successiva, otteniamo un collegamento in serie.

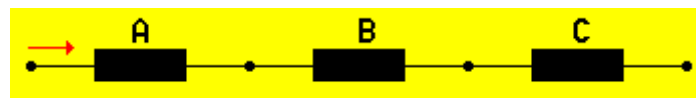


Tutte le resistenze **sono attraversate dalla stessa corrente**. L'effetto globale è uguale a quello ottenibile con un'unica resistenza **R**, chiamata **resistenza equivalente**, avente come valore la somma delle singole resistenze:

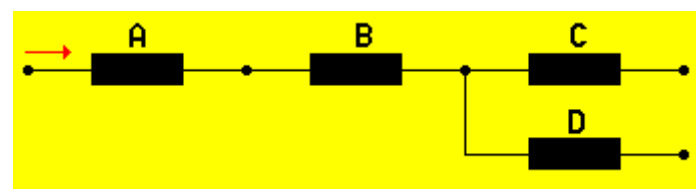
$$R = R1 + R2 + R3 + R4$$

Aggiungere una resistenza in serie significa **aumentare** la *resistenza equivalente*.

Nell'esempio le resistenze **A**, **B** e **C** sono collegate in *serie*:

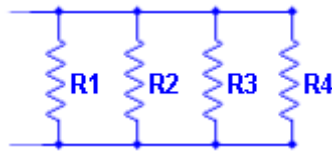


Se aggiungiamo una resistenza **D** tra **B** e **C**, queste ultime due **non si trovano più collegati in serie** (il *terminale di uscita* del componente **B** è connesso anche al *terminale di ingresso* del componente **D**), mentre continuano ad esserlo **A** e **B**:



RESISTENZE COLLEGATE IN PARALLELO

Se colleghiamo più resistenze in modo che tutti i terminali di ingresso e di uscita siano in contatto solo tra loro il collegamento si dice in parallelo.



Tutte le resistenze sono sottoposte alla stessa tensione.

L'effetto globale è uguale a quello ottenibile con un'unica resistenza **R**, chiamata **resistenza equivalente**, il cui valore si ricava dalla seguente formula:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4}$$

Aggiungere una resistenza in parallelo significa obbligatoriamente **diminuire** la *resistenza equivalente*. Pertanto, collegamento una ulteriore resistenza in parallelo, la resistenza equivalente di un collegamento in parallelo, sarà sempre più bassa della più bassa resistenza presente.

DUE RESISTENZE COLLEGATE IN PARALLELO

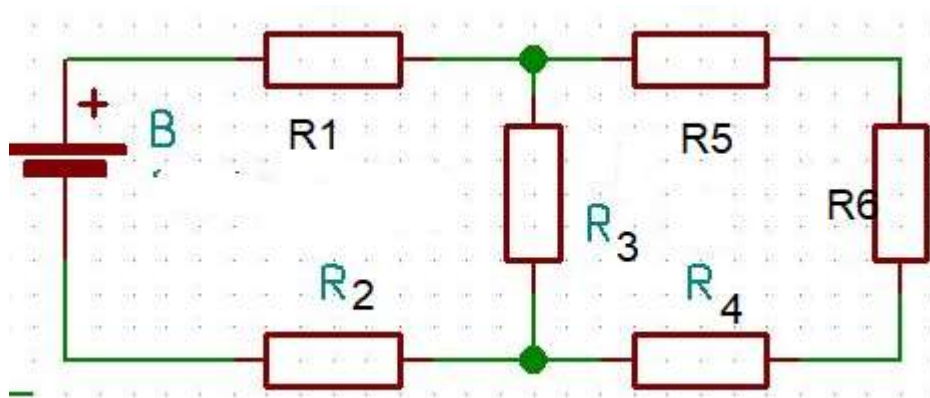
Se colleghiamo due resistenze in parallelo, la formula per il calcolo della *resistenza equivalente* è :

$$R = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

Se le due resistenze sono **uguali**, la *resistenza equivalente* ha come valore la metà della singola resistenza.

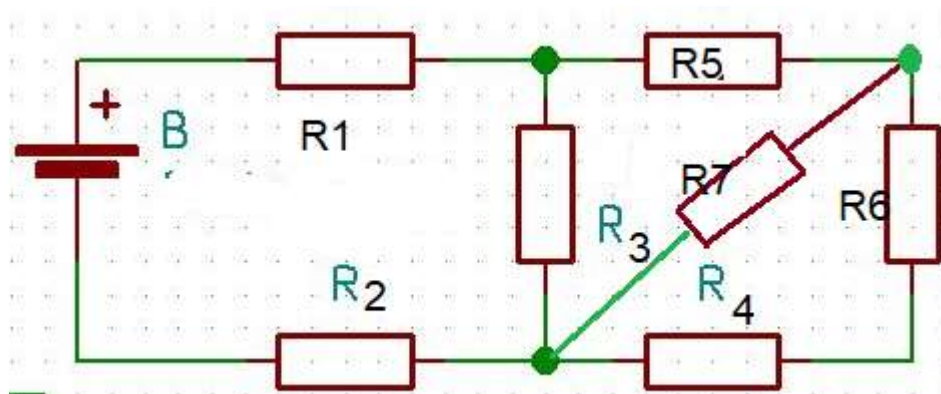
Due o più resistenze si dicono in parallelo , quando ai loro capi c'è la stessa differenza di potenziale (insistono sugli stessi nodi di un circuito)

ESEMPIO 1



- Le resistenze R5,R6,R4 sono in **SERIE** perchè attraversate dalla stessa corrente (non ci sono nodi intermedi)
- R1,R2,R3 **NON sono in Serie** , perchè sul percorso si incontrano dei nodi
- **R3 NON è in parallelo nè con R1 nè con R2** perchè i loro terminali NON insistono sugli stessi nodi (quindi ai loro capi NON c'è la stessa Tensione)
- R3 **E' in parallelo** con la resistenza equivalente formata dalla serie di R5,R6,R4.

ESEMPIO 2



La resistenza R7 **NON è in serie con Nessuna altra resistenza** .

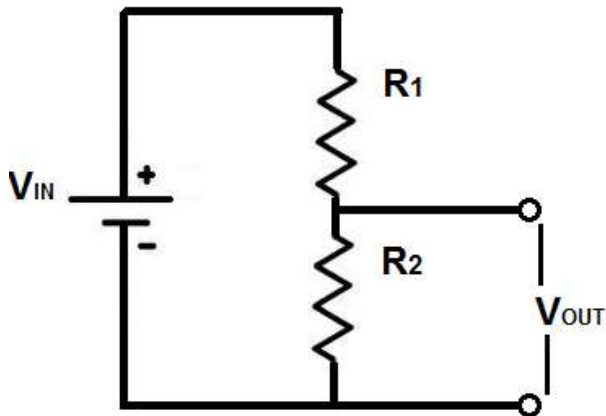
E' invece **in parallelo** alla serie di R4 e R6.

Quindi, per esemplificare il circuito, bisogna PRIMA calcolare la resistenza equivalente della serie tra R4 e R6, poi calcolare il parallelo tra questa resistenza equivalente e la resistenza R7 . A quel punto, la resistenza equivalente risultante è in serie a R5.

Successivamente, la nuova resistenza equivalente risulterà in parallelo alla R3.....

PARTITORE DI TENSIONE

Un partitore di tensione ripartisce le tensioni ai capi delle resistenze.



$$V_{IN} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_{OUT}$$

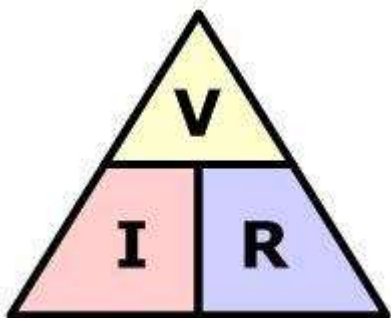
Generalmente si utilizza per ricavare una tensione V_{OUT} avendo una tensione di ingresso V_{IN} più grande .

Si calcola in questo modo : Si fissa, in modo arbitrario R_2 e si calcola R_1 , conoscendo V_{IN} e V_{OUT} che si vuole ottenere .

LEGGE DI OHM

La tensione (o differenza di potenziale) ai capi di una resistenza è SEMPRE uguale al valore della resistenza per la corrente che attraversa QUELLA resistenza .

$V = R \times I$ con le formule inverse $I = V/R$ o $R = V/I$



L'analisi e la progettazione dei circuiti elettrici ed elettronici si basa su due importanti principi dell'elettrotecnica e dell'[elettronica](#): la Legge di Kirchhoff delle correnti e la legge di Kirchhoff delle tensioni.

Ricorda :

La corrente attraversa (o fluisce) attraverso un elemento del circuito, per esempio una resistenza.

Una tensione (o differenza di potenziale d.d.p.) è misurabile “ai capi” di un elemento, quindi, per esempio , tra 2 nodi.

I nodi e le maglie di un circuito

La comprensione e la formulazione dei principi di Kirchhoff richiede di considerare che un circuito è costituito da nodi e maglie.

Definizione di nodi e maglie

Un nodo è un punto o parte di un circuito a cui sono collegati almeno tre componenti del circuito.

Una maglia è una zona chiusa di un circuito costituita da due o più nodi in sequenza che inizia da un nodo e finisce richiudendosi nello stesso nodo. Per definizione si assegna un verso di rotazione della corrente di maglia . In genere si assume, per convenzione, quello orario.

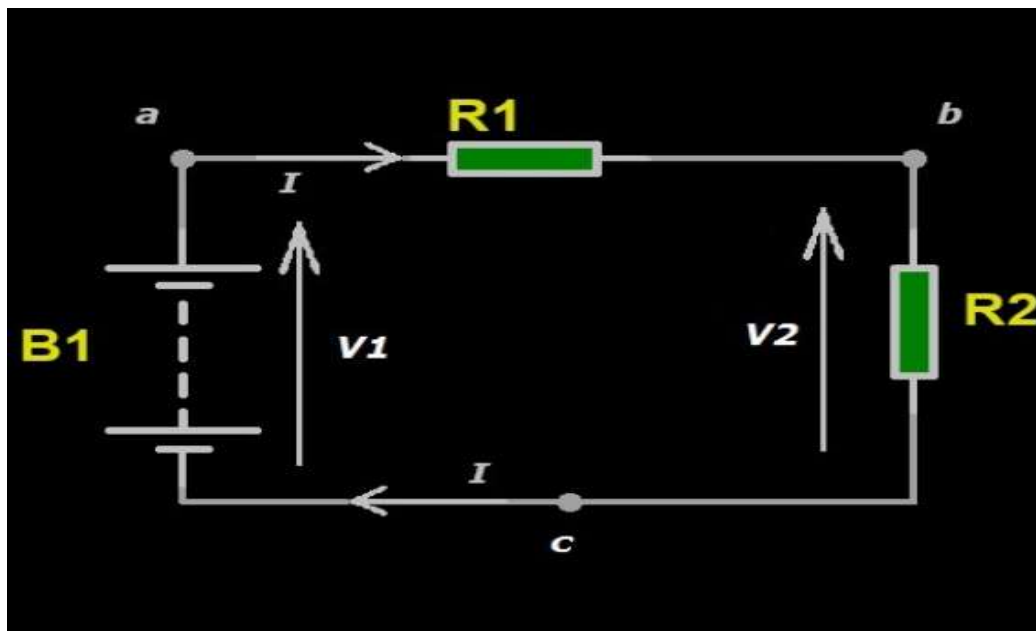


Figura 1

Il circuito di **Figura 1** è costituito da una sola maglia, a-b-c-a (o c-a-b-c), a seconda se è percorsa in senso orario o antiorario. Il circuito mostrato in **Figura 2**, lo stesso di **Figura 1** con l'inserimento del resistore R3 in parallelo al resistore R2, è formato da una serie di tre nodi: "a" "b" e "c", e due maglie, maglia 1: a-b-c-a, e maglia 2: b-c-b, considerando il verso di percorrenza orario.

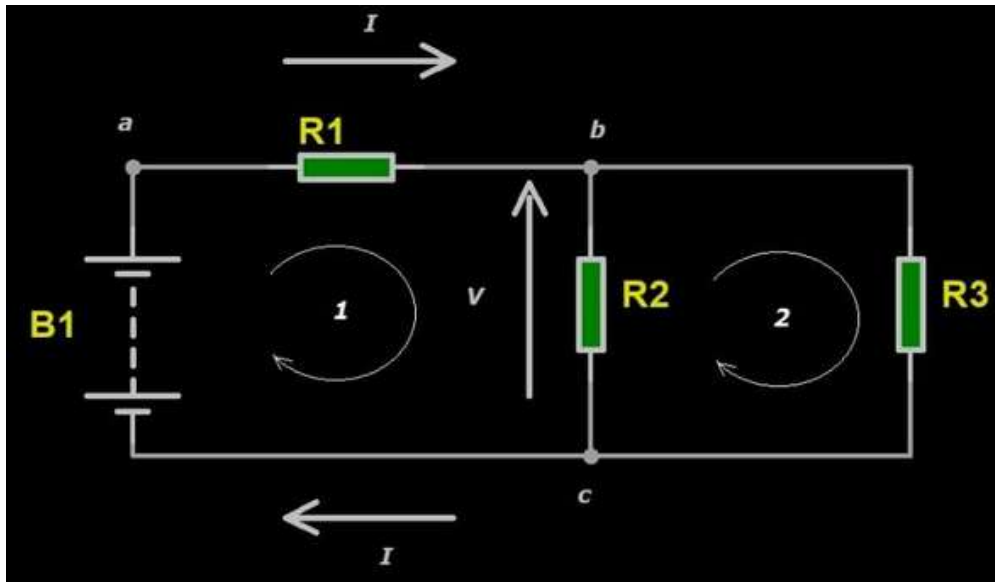


Figura 2

Kirchhoff (legge delle correnti elettriche)

Per quanto riguarda il calcolo delle correnti in un circuito, ci può essere molto utile la Legge di Kirchhoff delle correnti (LKC) così definita:

La Legge di Kirchhoff delle correnti afferma che la corrente entrante in un nodo è equivalente alla corrente che esce da quel nodo, ovvero, la somma delle correnti entranti in un nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti dal nodo.

Chiariamo la Legge di Kirchhoff con un esempio servendoci dello schema elettrico di **Figura 2** modificato con l'indicazione delle correnti di maglia come da **Figura 3**.

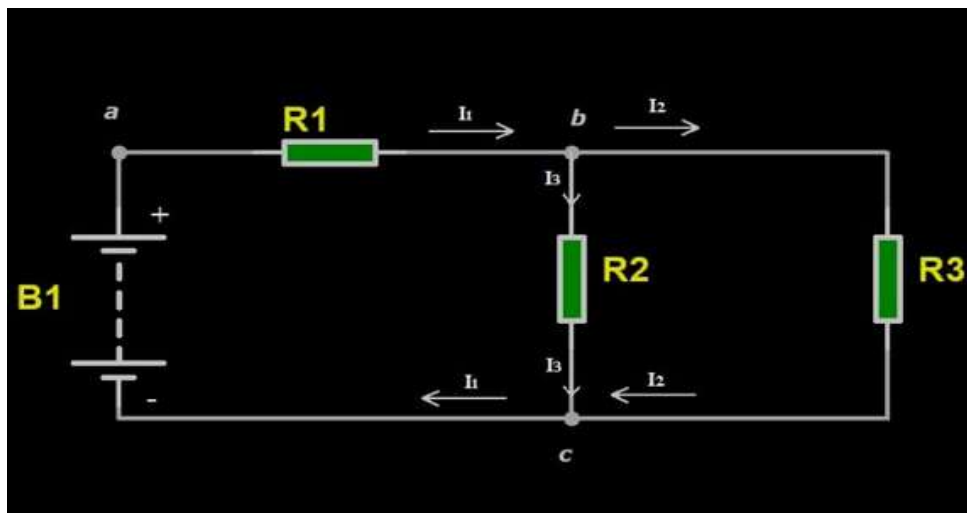


Figura 3

Introduzione ai nodi e al verso di riferimento delle correnti

- Inizio con una convenzione: definiamo il verso positivo delle correnti quando entrano in un nodo e negativo quando escono dal nodo (possiamo scegliere anche l'opposto, ma conviene attenersi a una sola convenzione per coerenza).
- Ricordiamo che, per convenzione generale, la corrente fluisce dal polo positivo al polo negativo della sorgente.

Analisi del circuito (b e c)

- Il polo positivo della batteria genera una corrente I_1 che, senza diramazioni, arriva al punto a, attraversa il resistore R1 e raggiunge il nodo b.
- Dal nodo b escono due correnti, I_2 e I_3 . La corrente I_2 attraversa R2, la corrente I_3 attraversa R3, entrambe riportando le correnti al nodo c.
- Applicando la Legge delle Correnti di Kirchhoff (LKC) al nodo b: la somma delle correnti entranti e uscenti deve essere nulla. Se I_1 è entrante e I_2 , I_3 sono uscenti, allora:

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \text{o, equivalente,} \quad I_1 - I_2 - I_3 = 0$$
- Osservazione: questa forma conferma che la corrente I_1 è la corrente totale circolante nel circuito fino a quel punto. I segnali reali delle correnti (segno positivo o negativo) emergono solo una volta che si è risolto il sistema e si conoscono i valori delle correnti.

Analisi del nodo c

- Al nodo c, entrano le correnti I_2 e I_3 e esce I_1 . Applicando ancora la LKC al nodo c:

$$-I_1 + I_2 + I_3 = 0$$
- Isolando I_1 si ottiene di nuovo:

$$I_1 = I_2 + I_3$$
- Conclusione: la somma delle correnti in entrata al nodo è uguale a quella in uscita; I_1 rappresenta la corrente totale che attraversa il ramo che collega il polo positivo al polo negativo della sorgente.

Nota sulla LKC e sui segni

- I versi effettivi delle correnti si determineranno dopo aver risolto le incognite del circuito; la regola di segno è una convenzione che si applica una volta scelto un verso di riferimento.
- È utile ricordare che la LKC afferma che la somma algebrica delle correnti in un nodo è zero.

Legge di Kirchhoff delle tensioni

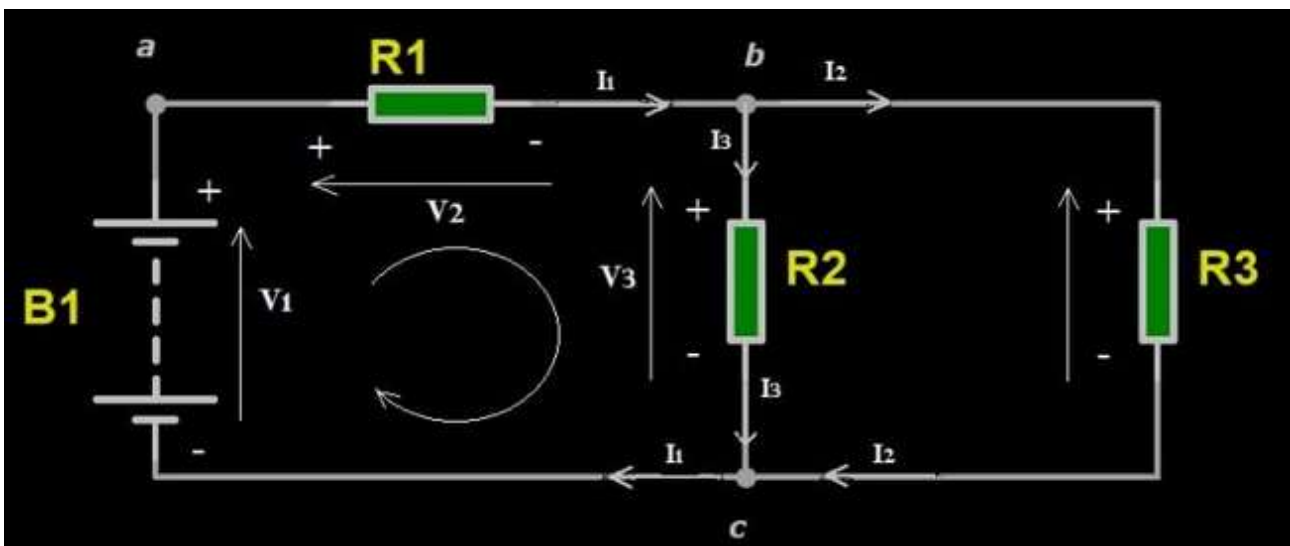


Figura 4

- LKT si applica alle maglie chiuse di un circuito: la somma algebrica delle tensioni lungo una maglia è nulla.
- Esempio di applicazione: consideriamo la maglia a-b-c-a nello schema in Figura 4. Sommando le tensioni lungo questa maglia, otteniamo:
La somma delle differenze di potenziale lungo la maglia è uguale a zero.
- Questa regola permette di mettere in relazione le cadute di tensione sui resistori con le tensioni fonte nella maglia.

Annotiamo il verso delle tensioni V_1 , V_2 e V_3 disposte nella maglia a-b-c-a.

Il polo di potenziale positivo delle tensioni è il polo di provenienza della corrente che fluisce in ogni elemento del circuito : quindi, la corrente (per convenzione) scorre dal potenziale positivo verso il potenziale negativo.

Quindi, scegliamo il verso orario della corrente di maglia e facciamo la somma delle tensioni.

Si sommano le tensioni che hanno lo stesso verso sottraendo quelle con verso contrario. Le frecce indicano il verso delle tensioni, ovvero la punta della freccia indica il polo positivo della tensione, come mostrato in **Figura 4**

Seguendo il verso orario della maglia si ottiene quindi la seguente equazione della LKT:

$$V1-V2-V3=0 \text{ oppure, che è la stessa cosa } V1=V2+V3$$

Infatti, le tensioni V2 e V3 che hanno verso concorde hanno verso contrario rispetto a V1.

Questa equazione di PRIMO GRADO dimostra che la tensione della batteria si ripartisce fra i due resistori nella misura che dipende dalle correnti I1 e I3 e dal valore di resistenza dei resistori R1 e R2.

ESEMPIO

Prendendo come riferimento il circuito di figura 4 , ipotizzando che B1 sia = 12V e che le resistenze R1,R2,R3 siano da 2 Ohm, è NECESSARIO CALCOLARE le 3 correnti I1,I2,I3 , e quindi avremo :

Da Kirchhoff delle correnti (LKC) applicata al nodo B :

$$A) \quad I1-I2-I3=0 \text{ o, equivalente } I3=I1-I2$$

Da Kirchhoff delle Tensioni (LKT) applicato alle 2 MAGLIE presenti :

$$B) \quad V1=R1*I1+R2*I3$$

$$C) \quad V1=R1*I1+R3*I2$$

Operiamo con il METODO della SOSTITUZIONE :

Prendiamo L'equazione A) e la sostituiamo in B) , otteniamo :

$$V1=R1*I1+R2*(I1-I2) \quad \textcircled{1} \quad V1= R1*I1+ R2*I1 + R2*I2 \quad \textcircled{2} \quad V1= R2*I2 + (R1+R2)*I1$$

$$\text{Da cui } I2= (V1-(R1+R2)*I1)/R2 . \text{ Sostituendo i valori abbiamo } I2= (12-4*I1)/2 \quad \textcircled{3} \quad I2=6-2*I1$$

A questo punto sostituiamo quest'ultima equazione in C) e abbiamo :

$$V1= R1*I1 +R3*(6-2*I1) \quad \textcircled{4} \quad 12=2*I1 + 12 -4*I1$$