

Misure e calcoli in un circuito elettrico

La resistenza equivalente

L'espressione «risolvere un circuito» significa determinare la *ddp* e l'intensità della corrente per ogni suo componente.

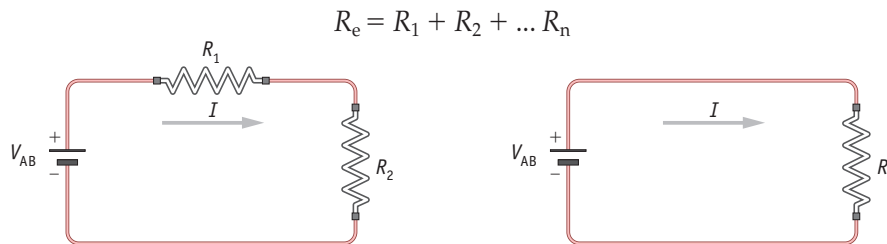
Nel caso di un circuito formato da un insieme di resistori $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ collegati in vario modo, è utile definire la cosiddetta *resistenza equivalente*.

Si chiama **resistenza equivalente** (R_e) la resistenza che possiamo sostituire all'insieme delle resistenze presenti nel circuito senza che si determinino variazioni di corrente e di differenza di potenziale ai capi del generatore.

In questo modo, immaginando di sostituire un insieme di resistenze con un'unica resistenza, semplifichiamo il circuito e ne rendiamo più semplice lo studio.

Resistenze in serie

Per determinare il valore della resistenza equivalente di due o più resistori collegati in serie si devono sommare i valori delle singole resistenze (figura ►1):



◀ **Figura 1**

Si può affermare che R_e è equivalente ai resistori R_1 e R_2 collegati in serie solo se la corrente nei due circuiti è la stessa.

Da questa regola, valida per le resistenze in serie, deriva quanto segue:

- la resistenza equivalente è sempre maggiore di ogni singola resistenza;
- la resistenza equivalente di due resistenze uguali è il doppio di ciascuna;
- se una resistenza è molto maggiore delle altre, essa è praticamente la resistenza equivalente;
- resistenze molto piccole, come per esempio quelle dei fili di collegamento, sono di solito trascurabili se sono collegate in serie con resistenze molto maggiori;
- la differenza di potenziale applicata ai capi di ogni singola resistenza nella serie si ripartisce in modo proporzionale al valore di ciascuna.

Esempio

Un circuito è costituito da una batteria con *fem* di 12 V e da due resistori $R_1 = 20 \Omega$ e $R_2 = 30 \Omega$ collegati in serie. Vogliamo determinare la corrente che passa nel circuito e la differenza di potenziale ai capi di ciascun resistore. Calcoliamo innanzitutto la resistenza equivalente a R_1 e R_2 :

$$R_e = R_1 + R_2 = 20 \Omega + 30 \Omega = 50 \Omega$$

Ora possiamo applicare la legge di Ohm; indicando con ΔV_{tot} la *ddp* applicata a R_e scriveremo:

$$I = \Delta V_{\text{tot}} / R_e = 12 \text{ V} / 50 \Omega = 0,24 \text{ A}$$

La differenza di potenziale ai capi di ciascun resistore vale:

$$\Delta V_1 = R_1 \cdot I = 20 \Omega \cdot 0,24 \text{ A} = 4,8 \text{ V}$$

$$\Delta V_2 = R_2 \cdot I = 30 \Omega \cdot 0,24 \text{ A} = 7,2 \text{ V}$$

Possiamo infine verificare che:

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = 7,2 \text{ V} + 4,8 \text{ V} = 12,0 \text{ V} = \Delta V_{\text{tot}} = \textit{fem}$$

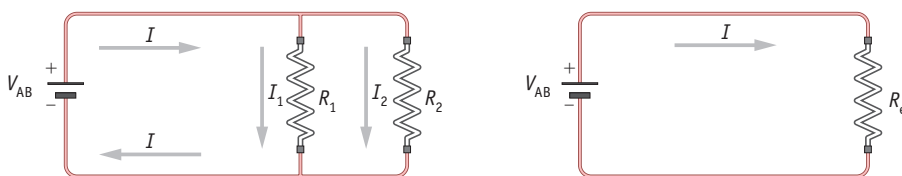
Resistenze in parallelo

Per determinare il valore della resistenza equivalente di due o più resistori collegati in parallelo occorre tener presente che la somma dell'inverso dei valori delle singole resistenze corrisponde all'inverso della resistenza equivalente (figura ►2).

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Nel caso le resistenze in parallelo siano soltanto due il valore della resistenza equivalente si ricava con la seguente relazione:

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



◀ **Figura 2**

Si può affermare che R_e è equivalente ai due resistori R_1 e R_2 collegati in parallelo soltanto se la corrente totale I nei due circuiti è la stessa.

Anche da questa regola per le resistenze in parallelo si possono trarre alcune conseguenze:

- la resistenza equivalente è sempre minore di ogni singola resistenza;
- la resistenza equivalente di due resistenze uguali vale la metà di ciascuna;
- se una resistenza è molto minore delle altre, essa è praticamente la resistenza equivalente;
- la corrente totale si divide in modo inversamente proporzionale alle singole resistenze.

Esempio

Un circuito è costituito da una batteria con *fem* di 12 V e da due resistori $R_1 = 40 \Omega$ e $R_2 = 60 \Omega$ collegati in parallelo. Vogliamo determinare la resistenza equivalente, la corrente totale nel circuito e la corrente in ciascun resistore.

Innanzitutto calcoliamo il valore della resistenza equivalente:

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \Omega \cdot 60 \Omega}{40 \Omega + 60 \Omega} = 24 \Omega$$

Ora, in base alla legge di Ohm, possiamo calcolare la corrente totale e la corrente che attraversa ogni singola resistenza:

$$I_{\text{tot}} = \Delta V_{\text{tot}} / R_e = 12 \text{ V} / 24 \Omega = 0,50 \text{ A}$$

$$I_1 = \Delta V_{\text{tot}} / R_1 = 12 \text{ V} / 40 \Omega = 0,30 \text{ A}$$

$$I_2 = \Delta V_{\text{tot}} / R_2 = 12 \text{ V} / 60 \Omega = 0,20 \text{ A}$$

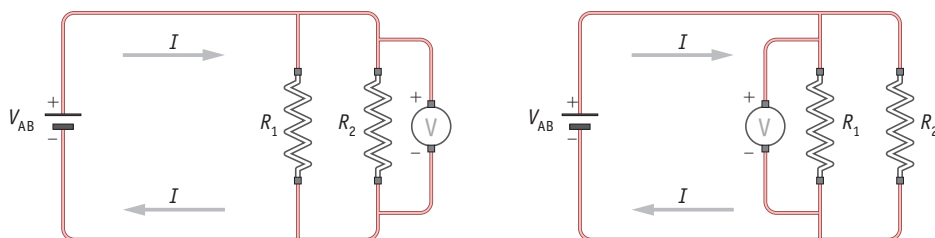
Anche in questo caso si può verificare che

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 = 0,30 \text{ A} + 0,20 \text{ A} = 0,50 \text{ A}$$

Le misure in un circuito: il voltmetro e l'amperometro

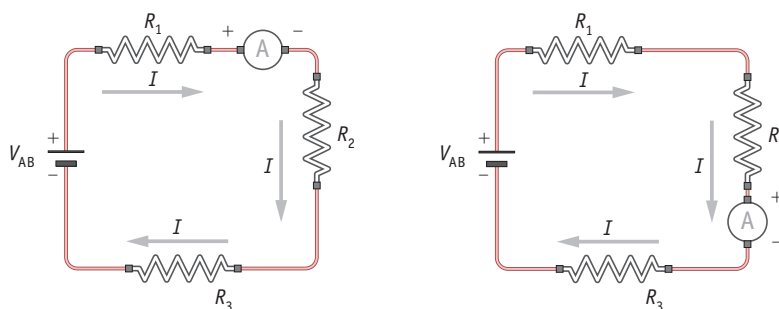
La misurazione delle grandezze elettriche, come la differenza di potenziale e l'intensità di corrente, ha grande importanza nello studio dei circuiti elettrici. Vediamo dunque quali sono le caratteristiche fondamentali degli strumenti di misura e le operazioni necessarie per la loro corretta utilizzazione.

La differenza di potenziale si misura con il **voltmetro**; lo strumento deve essere inserito in parallelo, cioè collegando i poli dello strumento con i due punti del circuito tra i quali si vuole misurare la *ddp* (figura ►3).



◀ **Figura 3**
Se si deve misurare la differenza di potenziale ai capi dei resistori R_1 e R_2 posti in parallelo, il voltmetro deve essere inserito in parallelo, collegandolo, senza interrompere il circuito, indifferentemente ai capi di uno dei due resistori.

L'intensità della corrente che circola in un circuito elettrico si misura con l'**amperometro**. Questo strumento deve essere inserito *in serie* con il tratto (o ramo) di circuito di cui si vuole misurare la corrente. L'amperometro deve essere attraversato dalla corrente che si vuole misurare, perciò si deve interrompere il circuito e inserire lo strumento (figura ►4).



◀ **Figura 4**
Se si deve misurare l'intensità di corrente nel circuito l'amperometro deve essere inserito in serie e può essere collocato indifferentemente in qualunque punto del circuito, dato che l'intensità di corrente è comunque la stessa. Occorre naturalmente rispettare la polarità: il polo + dello strumento con il polo + del generatore.

Come qualunque componente dei circuiti, anche amperometro e voltmetro hanno una loro resistenza elettrica. Di questo fatto occorre tenere conto per rispettare un principio fondamentale, valido in ogni misura: *l'operazione di misura non deve alterare il valore della grandezza che si intende misurare.*

Per questo motivo, considerando anche il modo in cui questi strumenti sono collegati, l'amperometro deve avere una resistenza piccola, teoricamente nulla, mentre il voltmetro deve avere una resistenza molto grande, teoricamente infinita.

Pertanto è necessario prestare attenzione a non usare un amperometro al posto di un voltmetro: infatti un voltmetro collegato in serie impedirebbe al circuito di funzionare mentre un amperometro collegato in parallelo farebbe avvenire addirittura un cortocircuito.

Gli strumenti più diffusi per misurare le grandezze di un circuito elettrico sono chiamati *multimetri* (o *tester*), proprio perché consentono diversi tipi di misurazioni, come *ddp*, intensità di corrente e resistenza.

Nel multimetro è possibile selezionare la grandezza da misurare, la portata e la sensibilità dello strumento. Un multimetro presenta due poli, detti anche *boccole* o *morsetti*, i quali, per mezzo di appositi spinotti e cavi, devono essere opportunamente collegati al circuito elettrico. Quando si misurano grandezze continue si deve rispettare la polarità (+ e -) dei morsetti. I moderni multimetri

elettronici, oltre a un comodo display digitale, cambiano automaticamente la portata e indicano la polarità dei morsetti (figura ►5).



◀ **Figura 5**

Per convenzione, nei multimetri il polo positivo viene collegato con il cavetto di colore rosso, mentre quello negativo è collegato con il cavetto di colore nero.