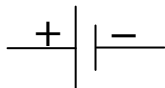


CIRCUITI IN CORRENTE CONTINUA

Elementi utilizzati nell'esperimento



Generatore di corrente
(Batteria, alimentatore...)



Resistenza elettrica
(lampadina nel nostro esempio, in realtà qualunque componente inserito nel circuito)

In condizioni normali, i fili elettrici, o qualsiasi altro componente del circuito, provocano una resistenza al movimento degli elettroni. Tale resistenza, che si misura in ohm (Ω), dipende dal materiale, attraverso una costante che si chiama resistività (ρ), dalla lunghezza del filo in cui la corrente passa (L) e dalla sezione del filo (A). Intuitivamente, più lungo è il filo, maggiore è la resistenza, maggiore è la sezione del filo, minore è la resistenza, ovvero:

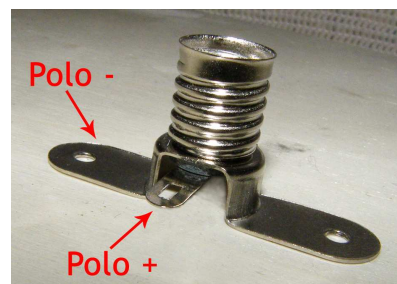
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

I circuiti elettrici contengono numerose resistenze collegate in vario modo. Nei nostri esperimenti, analizzeremo alcuni semplici circuiti, in cui le resistenze sono collegate in serie o in parallelo.

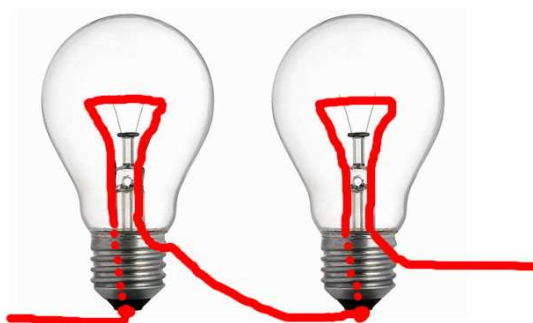
Collegamento in SERIE

Resistenze collegate in modo che la stessa corrente scorra in tutte le resistenze coinvolte.

Tre resistenze collegate in serie sono rappresentate schematicamente nel modo seguente:



Due componenti sono collegati in serie se sono uniti tra di loro per un solo polo:



Prove effettuate:

Alimentando il circuito si ottiene l'accensione delle lampade, con un'intensità luminosa bassa. Il fenomeno è dovuto al fatto che su ogni lampada avviene una caduta di tensione la cui somma dà la tensione erogata dall'alimentatore (nel nostro caso 12V, e su ogni lampada una caduta di 4V)

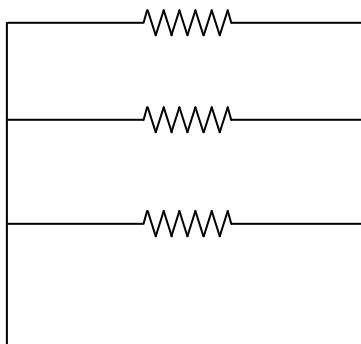
Svitando una lampada il circuito si apre, per cui non c'è più passaggio di corrente e anche le altre lampade si spengono. Cortocircuitando un portalampade si ottiene lo spegnimento della lampada cortocircuitata. In simboli:



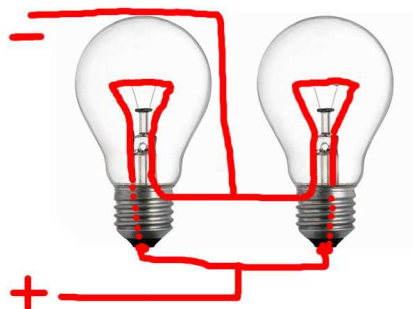
La corrente infatti utilizza il percorso “più comodo”¹ ovvero con minor resistenza per attraversare il circuito, quindi passa sul filo usato come bypass invece che sulla lampada. In questo modo si ha anche un aumento della tensione ai capi delle altre 2 lampade ($6V + 6V = 12V$ erogati).

Collegamento in parallelo

Resistenze che hanno la stessa differenza di potenziale e consentono percorsi paralleli alla corrente. Tre resistenze collegate in parallelo sono rappresentate schematicamente nel modo seguente:



Due componenti sono collegati in parallelo se sono uniti tra di loro con entrambi i poli:

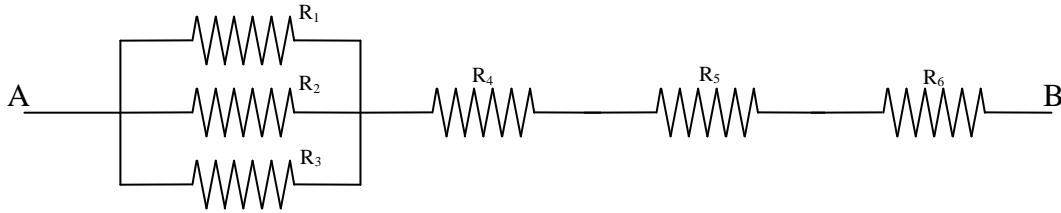


Prove effettuate:

Collegando il generatore ai due poli del circuito si ottiene l'accensione delle tre lampade. Ad ogni lampada è applicata una caduta di tensione pari alla tensione generata dall'alimentatore. Svitando una lampada non si ottengono modifiche nella luminosità delle altre.

¹ più comodo, non necessariamente più breve

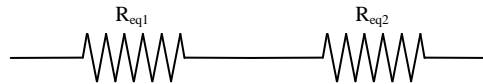
Collegamento misto serie-parallelo



La differenza di potenziale tra i punti A e B è sempre di 12V, come possiamo dimostrare con una semplice misurazione. Abbiamo inoltre misurato la corrente totale sul circuito, che risultava di 0,75 A. Quindi per la legge di Ohm, la resistenza totale del circuito è:

$$R_{tot} = \frac{V}{I} = \frac{12 \text{ V}}{0,75 \text{ A}} = 16 \Omega$$

Il circuito dell'esempio si può ridurre ad un circuito equivalente, rappresentato in figura:



In cui R_{eq1} è la resistenza equivalente alle tre collegate in parallelo e R_{eq2} è la resistenza equivalente alle tre collegate in serie.

Nelle resistenze collegate in parallelo vale la relazione: $\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$, ovvero:

$$R_{eq1} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Nel nostro caso, le sei resistenze usate sono uguali, ovvero: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R$, perciò:

$$R_{eq1} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{1}{\frac{3}{R}} = \frac{R}{3}$$

Nelle resistenze collegate in serie vale la relazione: $R_{eq2} = R_4 + R_5 + R_6 = R + R + R = 3R$

R_{eq1} e R_{eq2} sono collegate in serie, perciò la resistenza totale R_{tot} è data da: $R_{tot} = R_{eq1} + R_{eq2}$.

$$R_{tot} = R_{eq1} + R_{eq2} = \frac{R}{3} + 3R = \frac{10}{3} R$$

Ma conosciamo il valore della resistenza totale, calcolato precedentemente, 16 Ω , quindi possiamo determinare il valore di ogni singola resistenza:

$$16 \Omega = \frac{10}{3} R \Rightarrow R = 16 \Omega \cdot \frac{3}{10} = 4,8 \Omega$$

E le singole resistenze equivalenti ai collegamenti in serie e in parallelo:

$$R_{eq1} = \frac{R}{3} = 1,6 \Omega \quad R_{eq2} = 3R = 14,4 \Omega$$

La corrente che attraversa un ramo di un circuito è sempre uguale, per cui la corrente che passa su R_{eq1} è uguale a quella di R_{eq2} , ovvero 0,75 A.

La caduta di tensione di R_{eq1} è $0,75 \text{ A} \cdot 1,6 \Omega = 1,2 \text{ V}$.

La caduta di tensione di R_{eq2} è $0,75 \text{ A} \cdot 14,4 \Omega = 10,8 \text{ V}$.

Ora possiamo calcolare le cadute di tensione sui singoli componenti, e vedere come mai alcune lampade risultavano accese (anche se debolmente) e altre no.

La caduta di tensione di R_1 , R_2 ed R_3 è di $1,2 \text{ V}$ essendo in parallelo, quindi la corrente sulle singole lampade è $\frac{1,2 \text{ V}}{4,8 \Omega} = 0,25 \text{ A}$: la tensione è troppo bassa per far accendere la lampada.

La caduta di tensione di R_4 , R_5 ed R_6 è rispettivamente:

$$V_{r4} = I_{r4} \cdot R_4 = 0,75 \text{ A} \cdot 4,8 \Omega = 3,6 \text{ V}$$

$$V_{r5} = I_{r5} \cdot R_5 = 0,75 \text{ A} \cdot 4,8 \Omega = 3,6 \text{ V}$$

$$V_{r6} = I_{r6} \cdot R_6 = 0,75 \text{ A} \cdot 4,8 \Omega = 3,6 \text{ V}$$

La corrente sulla singola lampada è equivalente a quella totale essendo le tre lampade in serie. In questo caso la tensione sulle lampade è bassa ma comunque in grado di illuminare il filamento.