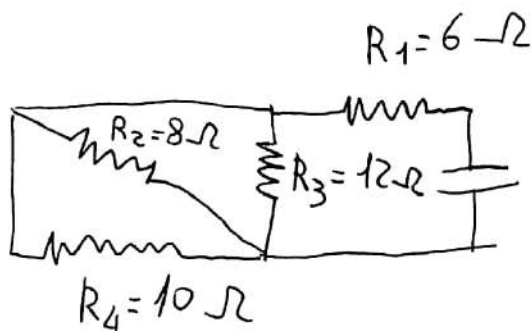


Esercizio sui circuiti pag 797 N 20 - Capitolo 22  
del libro "L'Amaldi per i licei scientifici, blu 2"  
WWW.FRANCESCOZUMBO.IT ①

Il circuito in figura è alimentato da un generatore che eroga una tensione di  $24\text{ V}$ .

Calcola le intensità di corrente che attraversano ogni resistore



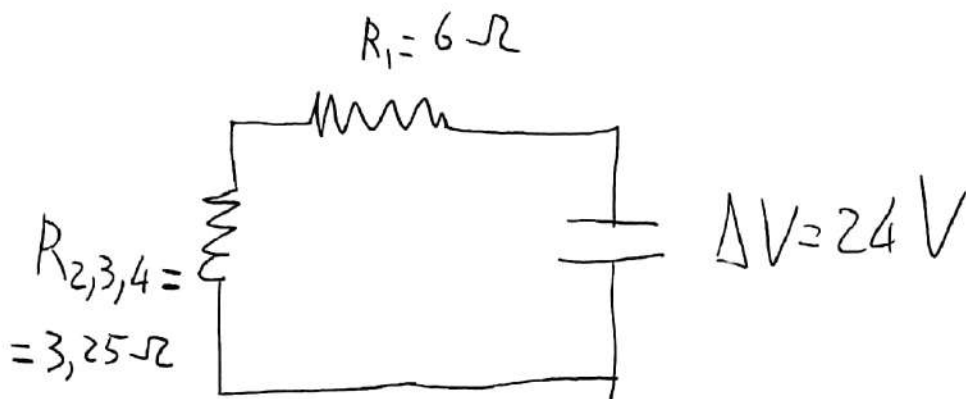
Osserviamo che  $R_2, R_3, R_4$  sono tra loro resistenze in parallelo per cui la resistenza equivalente è

$R_{2,3,4}$ , implici

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{10} =$$
$$= \frac{15 + 10 + 12}{120} = \frac{37}{120} = 0,308 \quad ;$$

$$R_{2,3,4} = \frac{1}{0,308} = 3,25\ \Omega$$

A questo punto il circuito è equivalente al  
circuito: ②



Adesso le 2 resistenze sono collegate in  
serie, per cui

$$R_{1,2,3,4} = R_1 + R_{2,3,4} = 6 + 3,25 = 9,25 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = 9,25 \Omega$$

Per la 1<sup>a</sup> legge di Ohm si ha:

$$\Delta V = R \cdot i$$

$$24 = 9,25 \cdot i \quad ; \quad i = 2,59 \text{ A}$$

Dal generatore escono 2,59 A

Essendo esistente in serie ciascuna ramo attraversata 3  
da  $i = 2,59 \text{ A}$ .

Per cui  $R_1$  è attraversata da  $i_1 = 2,59 \text{ A}$ , per  
cui la d.d.p. a cui sono sottoposti i capi di  $R_1$   
è  $\Delta V_1 = R_1 \cdot i_1$ ;  $\Delta V_1 = 6 \cdot 2,59 = 15,54 \text{ V}$

Riassumendo

$$R_1 \left| \begin{array}{l} 6 \Omega \\ i = 2,59 \text{ A} \\ \Delta V_1 = 15,54 \text{ V} \end{array} \right.$$

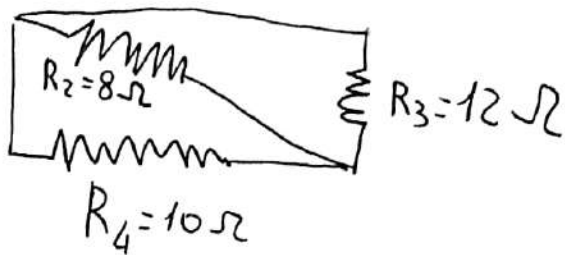
Anche la resistenza equivalente  $R_{2,3,4}$  è  
attraversata da  $i_{2,3,4} = 2,59 \text{ A}$

Calcoliamo la d.d.p. ai capi della resistenza  
equivalente  $R_{2,3,4}$

$$\Delta V_{2,3,4} = R_{2,3,4} \cdot i_{2,3,4} ;$$

$$\Delta V_{2,3,4} = (3,25 \Omega) \cdot (2,59 \text{ A}) = 8,42 \text{ V}$$

Originariamente  $R_{2,3,4}$  era



Se le 3 resistenze sono in parallelo, a ciascuna è applicata una d.d.p. di  $8,42V$  per cui

$$V_2 = 8,42V$$

$$V_3 = 8,42V$$

$$V_4 = 8,42V$$

L'intensità di corrente in ogni ramo di resistenza in resistenza perché le resistenze sono collegate in parallelo.

$$V_2 = R_2 \cdot i_2$$

$$8,42 = 8 \cdot i_2 \quad ; \quad i_2 = \frac{8,42}{8} \quad ; \quad i_2 = 1,05A$$

(5)

$$V_3 = R_3 \cdot i_3$$

$$8,42 = 12 \cdot i_3 \quad ; \quad i_3 = \frac{8,42}{12} \quad ; \quad i_3 = 0,70 A$$

Infine

$$V_4 = R_4 \cdot i_4 \quad ; \quad 8,42 = 10 \cdot i_4 \quad ; \quad i_4 = \frac{8,42}{10}$$

$$i_4 = 0,84 A$$

Riassumendo

$$R_2 \left\{ \begin{array}{l} 8 \Omega \\ V_2 = 8,42 V \\ i_2 = 1,05 A \end{array} \right.$$

$$R_3 \left\{ \begin{array}{l} 12 \Omega \\ V_3 = 8,42 V \\ i_3 = 0,70 A \end{array} \right.$$

$$R_4 \left\{ \begin{array}{l} 10 \Omega \\ V_4 = 8,42 V \\ i_4 = 0,84 A \end{array} \right.$$

Dal sito web:

①

WWW.FRANCESCOZUMBO.IT

del Prof. FRANCESCO Zumbo

Esercizio N° 27 - Capitolo 22 - L'Amaldi per i libri scientifici

ble 2. Esercizio sull'effetto Joule

Una targhetta di un asciugacapelli riporta la scritta: tensione 220V, potenza 1000W.

Quanto vale all'incirca la resistenza degli elementi riscaldanti?

Sol.

Una delle formule dell'effetto Joule è

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

$$1000 \text{ W} = \frac{(220)^2}{R} ; \quad 1000 R = (220)^2 ;$$

$$R = \frac{(220)^2}{1000} = 48,4 \, \Omega$$

## Esercizio n° 28 - Capitolo 22 - Effetto Joule

②

In un resistore di resistenza pari a  $1,5 \text{ k}\Omega$

circola una corrente elettrica di intensità  $6,7 \text{ mA}$ .

Quanto vale la potenza dissipata dal resistore?

Soluzione:

Una delle formule della potenza, nell'effetto Joule in funzione della resistenza e della intensità di corrente è

$$P = R \cdot i^2 \quad (1) \quad \text{Scegliamo } R \text{ e } i \text{ nelle}$$

unità di misura del Sistema Internazionale.

$$R = 1,5 \text{ k}\Omega = 1500 \Omega$$

$$i = 6,7 \text{ mA} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$P = (1500) \cdot (6,7 \cdot 10^{-3})^2 = 1,5 \cdot 10^3 \cdot (6,7)^2 \cdot (10^{-6}) =$$

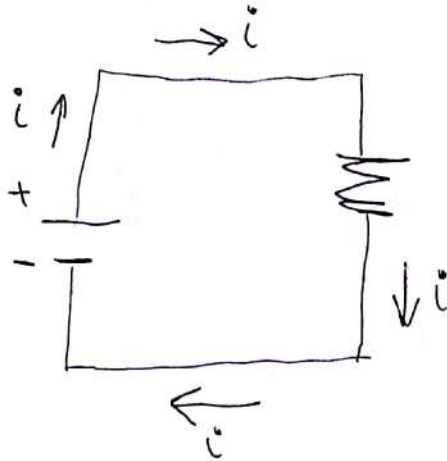
$$= 1,5 \cdot 44,89 \cdot \frac{10^3}{10^6} = 67,33 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 67 \text{ mW} \text{ circa}$$

$$P = 67 \text{ mW}$$

Esercizio n° 31 - Svolto dall'Autore Amaldi - Capitolo 22 -  
Effetto Joule

(3)

L'accendisigari di una automobile è collegato alla batteria di 12V. Nel manuale dice che l'accendisigari sviluppa una potenza di 38W. Determina l'intensità della corrente presente nell'accendisigari quando esso è in funzione.



$$P = 38 \text{ W} ; \Delta V = 12 \text{ V}$$

Una delle formule dell'effetto Joule è

$$P = \Delta V \cdot i \quad \text{da cui}$$

$$i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{38 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 3,2 \text{ A}$$



Capitolo 22.

Un resistore dissipa una potenza di 15 W

Quanti kilowattora consuma in 24 ore?

Quanto vale questa energia espressa in Joule?

Soluzione

$$P = 15 \text{ W} \quad \text{con } P = \text{potenza}$$

$$\text{Ma } P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\text{Lavoro}}{\text{tempo}} ;$$

$$W = P \cdot \Delta t = (15) \cdot (24 \text{ h}) = 360 \text{ Wh}$$

Ma  $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$  per cui se dividiamo  
per  $1000 = 10^3$  otteniamo il lavoro in kilowattora.

$$W = 0,36 \text{ kWh}$$

Inoltre noi sappiamo che  $1 \text{ Wh}$  è un Joule al secondo

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

Quindi:

⑤

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s}$$

Moltiplichiamo per 1000

$$1 \text{ J} \cdot 1000 = 1000 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} ;$$

$$1000 \text{ J} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ s}$$

Per in un'ora ci sono 3600 s

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W h} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ W s} \quad \text{cioè}$$

$$\boxed{1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J}}$$

Per cui il lavoro di 0,36 kWh ~~è~~ equivale

$$\text{a } (0,36) \cdot (3600000 \text{ J}) = 36 \cdot 10^{-2} \cdot 36 \cdot 10^5 \text{ J} =$$

$$= 1296 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,3 \cdot 10^6 \text{ J} =$$

$$= 1,3 \text{ MJ.}$$

## L'A corrente elettrica

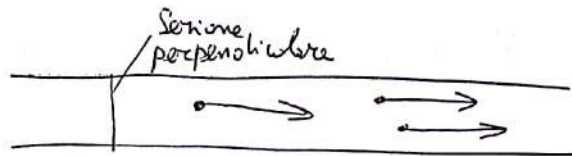
- La corrente elettrica
- La resistenza
- Resistenze in serie e in parallelo
- Esercizio con un circuito con resistenze in serie e ~~in~~ in parallelo
- La seconda legge di Ohm
- La potenza elettrica e l'effetto Joule
- Esercizio sull'effetto Joule

# L' A CORRENTE elettrica

①

Si definisce corrente elettrica il passaggio di cariche elettriche in un mezzo conduttore.

Nei metalli, che sono tutti conduttori, le cariche elettriche sono gli elettroni, cioè le cariche negative.



Se chiamiamo  $\Delta Q$  la quantità di cariche che attraversa una sezione perpendicolare di un conduttore e con  $\Delta t$  l'intervallo di tempo, definiamo intensità di corrente

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Cioè l'unità di misura

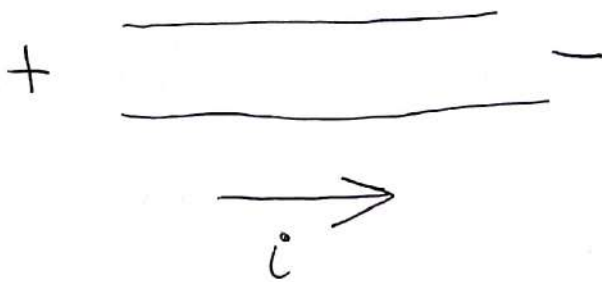
$$\frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}} = \frac{\text{Coulomb}}{\text{secondo}} = 1 \text{ A} = 1 \text{ Ampere}$$

"Quindi definiamo Intensità di corrente ( $i$ ) il rapporto tra la quantità di cariche che attraversa una sezione trasversale di un conduttore fatto l'intervallo di tempo."

Definiamo verso della corrente quello con cui si muovono le cariche "positive". ②

Più precisamente definiamo verso della corrente quello che fa passare da punti a potenziale più alto a punti a potenziale più basso.

Nei metalli, dove non vi sono cariche positive in movimento, se gli elettroni si muovono da sinistra verso destra, il verso della corrente è al contrario.



I generatori di corrente continua sono delle apparecchiature che in base alla differenza di potenziale ( $\Delta V$ ) al fine di mantenere costante tale differenza di potenziale, producono corrente "i".



(3)

Un circuito elettrico è un insieme di conduttori.

Connessi opportunamente tra loro e sono collegati ad un generatore di corrente.

Vediamo qualche simbolo fondamentale



Generatore di tensione continua



Lampadine

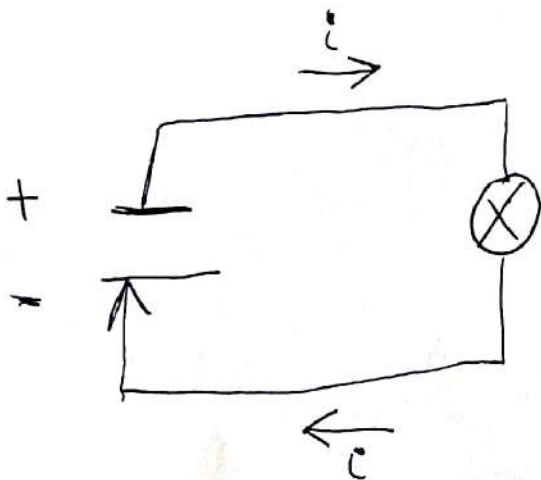


interuttore aperto



interuttore chiuso

Esempio di circuito



Definizione di Resistenza Elettrica:

"E' una grandezza fisica scalare che misura la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente, quando esso e' sottoposto ad una tensione elettrica elettrica"

Questa opposizione dipende dal materiale con cui il corpo e' realizzato, dalle sue dimensioni fisiche e dalla sua temperatura.

Simbolo della resistenza  $R$ . Qualsiasi utilizzatore di corrente ha una sua ~~propria~~ resistenza, pur per alcuni infinitesimale.

1<sup>a</sup> Legge di Ohm

$$\Delta V = R \cdot i$$

$\Delta V$  = Differenza di potenziale o tensione, si misura in Volt (V)

$i$  = intensità di corrente, si misura in Ampere (A)

⑤

$R$  = resistenza, si misura in Ohm ( $\Omega$ )

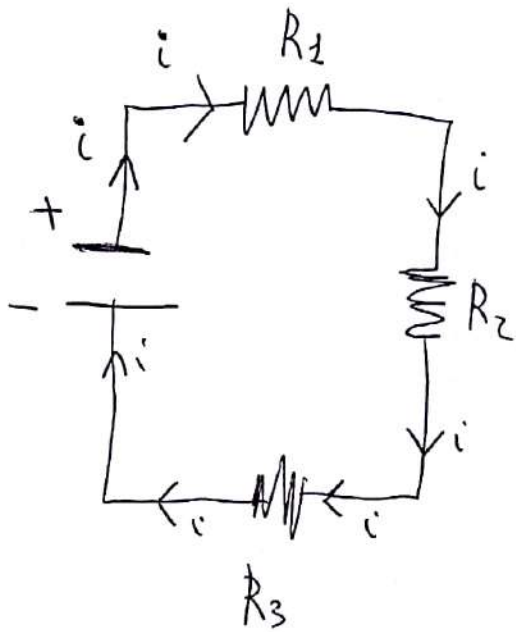
"La differenza di potenziale è uguale al prodotto dell'intensità di corrente ( $i$ ) per la resistenza ( $R$ ).

$$R = \frac{\Delta V}{i} \Rightarrow \frac{1V}{1A} = 1\Omega$$

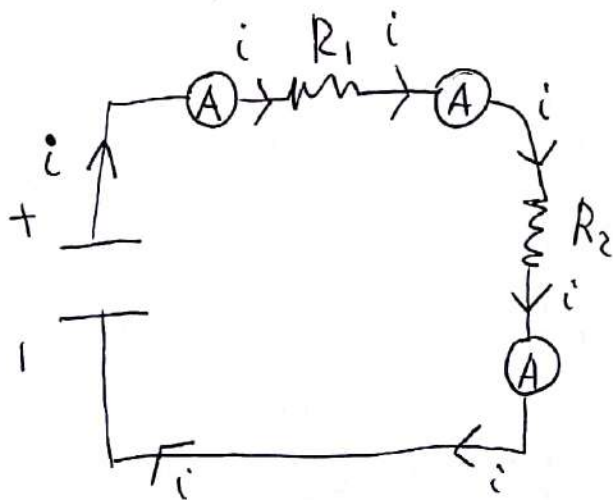


⑥

# Collegamento di resistenze in Serie



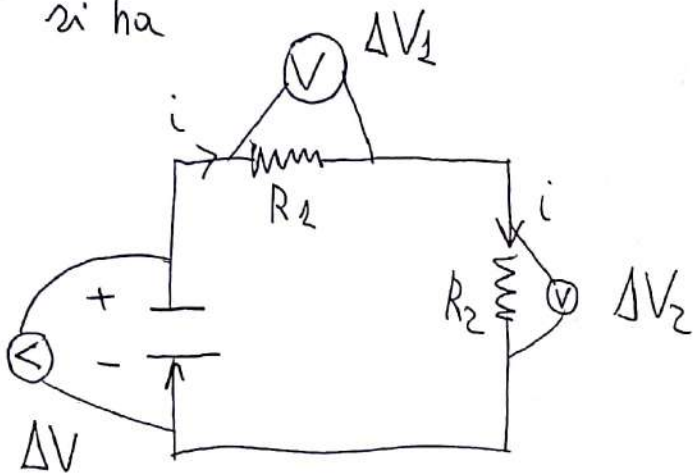
Se colleghiamo un Ampereometro in serie, si osserverà che ~~essa~~ l'intensità di corrente se le resistenze sono collegate in serie è costante.



(7)

Mentre se collegiamo in parallelo i volmetri.

si ha



$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

Inoltre per la prima legge di Ohm possiamo scrivere

$$\Delta V_1 = R_1 \cdot i \quad ; \quad \Delta V_2 = R_2 \cdot i$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i = (R_1 + R_2) \cdot i$$

Per cui  $R_T = R_1 + R_2$

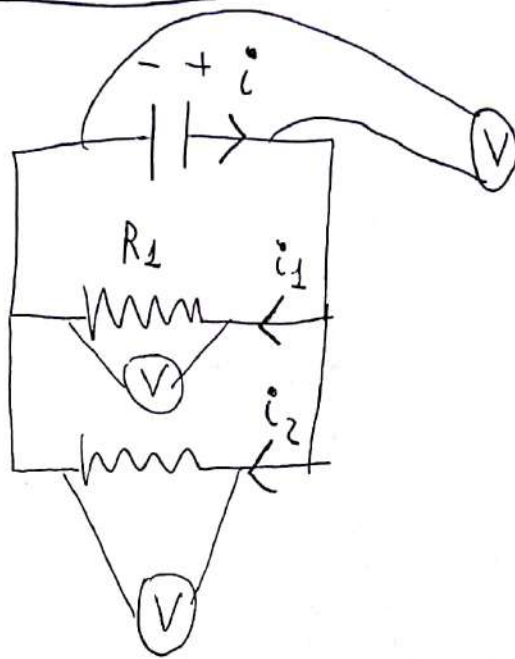
↓

resistenza totale

Nei circuiti in serie la resistenza totale è uguale alla somma delle singole resistenze

## Resistenze in parallelo

(8)



$$i_T = i_1 + i_2 \quad ; \quad \Delta V \text{ è la stessa}$$

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

Per la legge di Ohm

$$\Delta V = R \cdot i$$

$$i = \frac{\Delta V}{R}$$

$$i_1 = \frac{\Delta V}{R_1} \quad e \quad i_2 = \frac{\Delta V}{R_2}$$

9

$$i_T = i_1 + i_2 = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \Delta V$$

Poi ci

~~$R_T = \frac{\Delta V}{i_T}$~~  ;

$$\frac{1}{R_T} = \frac{i_T}{\Delta V} = \frac{1}{\Delta V} (i_T) = \frac{1}{\Delta V} (i_1 + i_2) =$$

$$= \frac{1}{\Delta V} (i_1 + i_2) = \frac{1}{\Delta V} \left( \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} \right) =$$

$$= \frac{1}{\cancel{\Delta V}} \cdot \frac{\cancel{\Delta V}}{R_1} + \frac{1}{\cancel{\Delta V}} \cdot \frac{\cancel{\Delta V}}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Cioè le resistenze in parallelo rispondono  
alla seguente legge:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Generalizzando

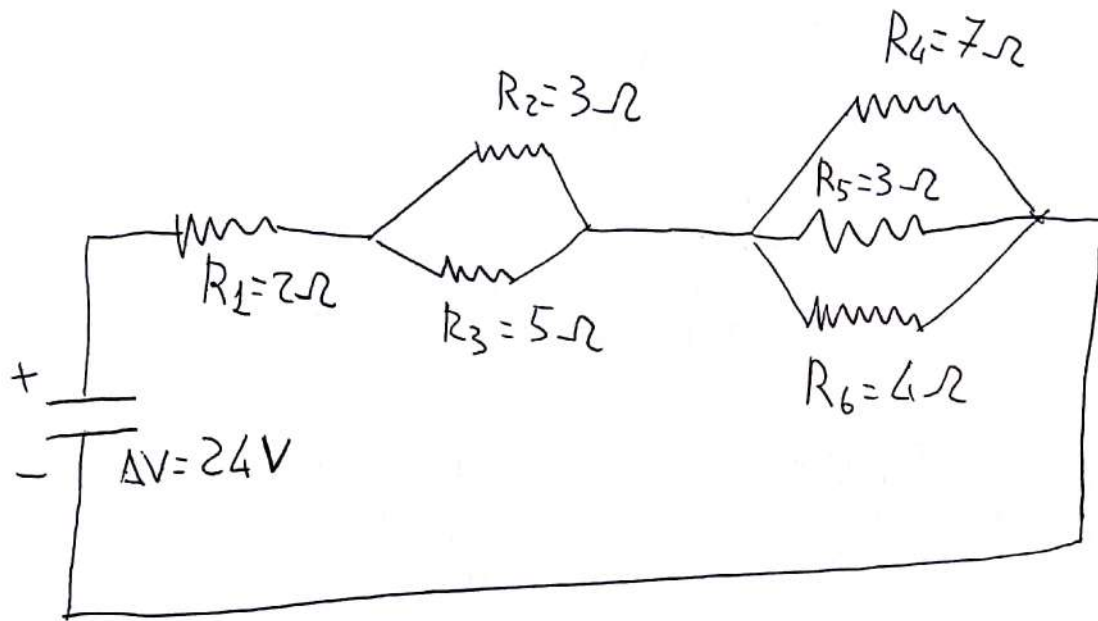
(10)

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

Ricordiamo che risolvere un circuito significa calcolare la corrente ( $i$ ) e la differenza di potenziale ( $\Delta V$ ) ai capi di ciascuna resistenza.

ESERCIZIO:  
Risolvi il seguente circuito

(11)



troviamo la resistenza equivalente alle  $R_2$  e  $R_3$

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{5} ; \quad \frac{1}{R_{2,3}} = \frac{5+3}{15} = \frac{8}{15}$$

$$R_{2,3} = \frac{15}{8} = 1,9 \Omega \quad . \quad \text{Cioè } \boxed{R_{2,3} = 1,9 \Omega}$$



(12)

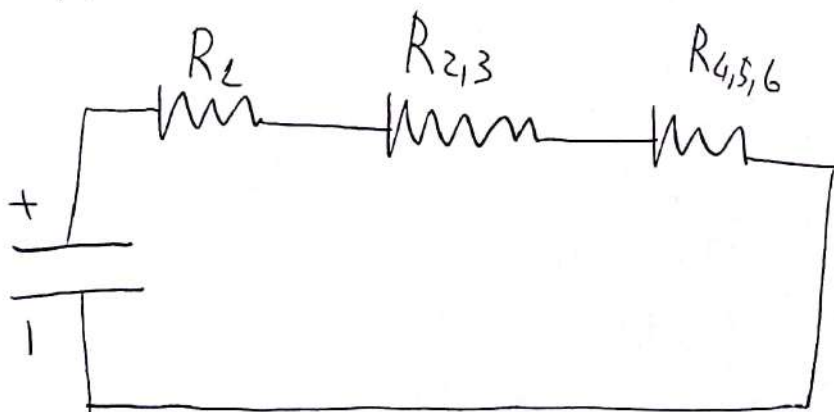
Calcoliamo la resistenza equivalente alle resistenze  $R_4, R_5$  e  $R_6$  collegate in parallelo.

$$\frac{1}{R_{4,5,6}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}$$

$$\frac{1}{R_{4,5,6}} = \frac{1}{7} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{12+28+21}{84} = \frac{61}{84}$$

$$R_{4,5,6} = \frac{84}{61} = 1,377 \, \Omega \quad . \quad \text{cioè} \quad \boxed{R_{4,5,6} = 1,38 \, \Omega}$$

A questo punto il circuito lo possiamo così rappresentare



Adesso sono 3 resistenze in serie per cui vale

$$R_T = R_1 + R_{2,3} + R_{4,5,6}$$

(13)

$$R_t = 2 + 1,9 + 1,38 = 5,28 \Omega$$

Per la legge di Ohm possiamo scrivere

$$\Delta V = R \cdot i \quad ; \quad i = \frac{\Delta V}{R}$$

$$i = \frac{24}{5,28} = 4,54 \text{ A}$$

Il generatore deve fornire 4,54 A.

Da  $R_1$  passano  $4,54 \text{ A}$ , da  $R_{2,3}$  passano  $4,54 \text{ A}$ , da  $R_{4,5,6}$  passano  $4,54 \text{ A}$

Per calcolare la tensione ai capi di  $R_1$  applichiamo la 1<sup>a</sup> legge di Ohm

$$\Delta V = R \cdot i$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$i = 4,54 \text{ A}$$

$$\Delta V_1 = R_1 \cdot i$$

$$\Delta V_1 = 2 \cdot (4,54) = 9,08 \text{ V}$$

Quindi in definitiva di  $R_1$  sappiamo tutto:

$$R_1 = 2 \Omega, i = 4,54 \text{ A}, \Delta V_1 = 9,08 \text{ V}$$

Passiamo allo studio di  $R_{2,3}$

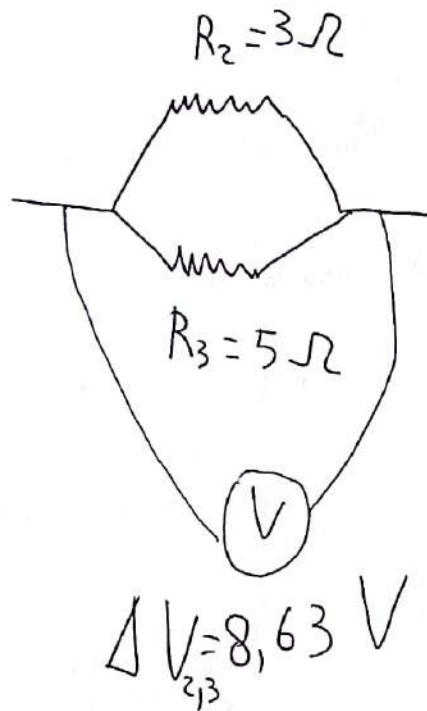
da  $R_{2,3}$  passano sempre  $4,54 \text{ A}$  calcoliamo la differenza di potenziale c'è agli estremi di  $R_{2,3}$

$$\Delta V_{2,3} = R_{2,3} \cdot i \quad \text{cioè} \quad \Delta V_{2,3} = R_{2,3} \cdot i$$

$$\Delta V_{2,3} = (1,9) \cdot 4,54 = 8,63 \text{ V}$$

(15)

Ma noi sappiamo che la resistenza  $R_{2,3}$  è l'equivalente delle



ma noi sappiamo che se le resistenze sono collegate in parallelo la tensione in  $R_2$  è uguale a quella in  $R_3$  ed è  $8,63 \text{ V}$ .

Calcoliamo adesso la corrente  $i$  che attraversa  $R_2$

$$\Delta V_2 = R_2 \cdot i_2 ; 8,63 = 3 \cdot i_2 ;$$

$$i_2 = \frac{8,63}{3} = 2,88 \text{ A}$$

Quindi per  $R_2$  sappiamo tutto:

(16)

$$R_2 \left\{ \begin{array}{l} 3 \Omega \\ V_2 = 8,63 V \\ i_2 = 2,88 A \end{array} \right.$$

Calcoliamo la corrente  $i_3$  che attraversa  $R_3$  sapendo che  $V_3 = 8,63 V$  visto che  $R_3$  è collegata in parallelo con  $R_2$  e quindi è sottoposta alla stessa tensione della  $R_2$ , cioè a  $8,63 V$ .

$$V_3 = R_3 \cdot i_3$$

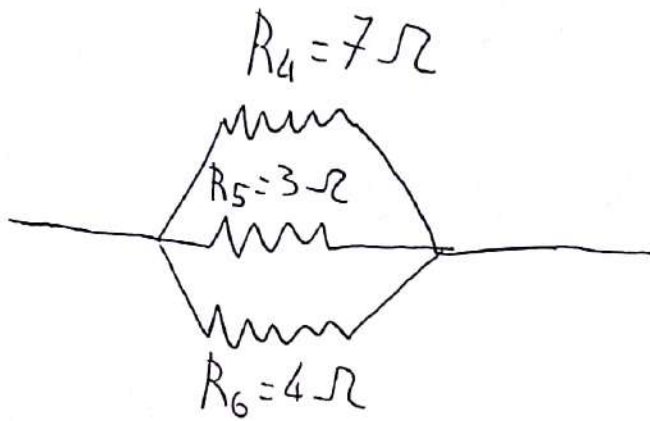
$$8,63 = 5 \cdot i_3 ; i_3 = \frac{8,63}{5} ; i_3 = 1,73 A$$

Per  $R_3$  possiamo scrivere

$$R_3 \left\{ \begin{array}{l} 5 \Omega \\ V_3 = 8,63 V \\ i_3 = 1,73 A \end{array} \right.$$

(17)

Studiando cosa accade nelle resistenze  $R_{4,5,6}$  collegate in parallelo.



L'intensità di corrente che attraversa  $R_{4,5,6}$  è di  $4,54 A$

La resistenza equivalente  $R_{4,5,6}$  è di  $1,38 \Omega$

Per cui la differenza di potenziale a cui è sottoposta la resistenza equivalente  $R_{4,5,6}$  è

$$\Delta V_{4,5,6} = R_{4,5,6} \cdot i_{4,5,6}$$

$$\Delta V_{4,5,6} = (1,38 \Omega) \cdot (4,54 A) = 6,26 V$$



Visto che le resistenze  $R_4, R_5, R_6$  sono collegate tra loro in parallelo, significa che in ciascuna di esse c'è una tensione di  $6,26 \text{ V}$ .

$$V_{4,5,6} = V_4 = V_5 = V_6$$

Calcoliamo la corrente che attraversa  $R_4$

$$V_4 = R_4 \cdot i_4 ; 6,26 = 7 \cdot i_4 ; i_4 = \frac{6,26}{7}$$

$$i_4 = 0,89 \text{ A}$$

Calcoliamo la corrente  $i_5$  che attraversa  $R_5$

$$V_5 = R_5 \cdot i_5 ; 6,26 = 3 \cdot i_5 ; i_5 = \frac{6,26}{3} ; i_5 = 2,1 \text{ A}$$

~~Calcoliamo la corrente  $i_6$  che attraversa  $R_6$~~



Calcoliamo la corrente  $i_6$  che attraversa  $R_6$

$$V_6 = R_6 \cdot i_6 ; 6,26 = 4 \cdot i_6 ; i_6 = \frac{6,26}{4} = 1,56 \text{ A}$$

$$i_6 = 1,56 \text{ A}$$

In definitiva sappiamo che:

per  $R_4$

$$R_4 \left| \begin{array}{l} 7 \Omega \\ V_4 = 6,26 \text{ V} \\ i_4 = 0,89 \text{ A} \end{array} \right.$$

per  $R_5$ :

$$R_5 \left| \begin{array}{l} 3 \Omega \\ V_5 = 6,26 \text{ V} \\ i_5 = 2,1 \text{ A} \end{array} \right.$$

per  $R_6$

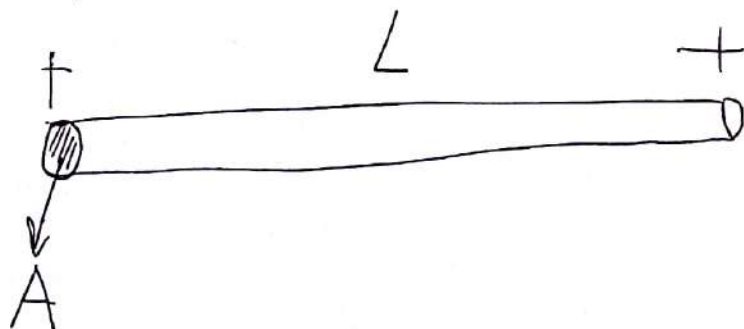
$$R_6 \left| \begin{array}{l} 4 \Omega \\ V_6 = 6,26 \text{ V} \\ i_6 = 1,56 \text{ A} \end{array} \right.$$

A questo punto il circuito è completamente studiato.

## La seconda legge di Ohm

E' noto che la resistenza di un conduttore dipende dalla natura del materiale ~~da~~ e dalla forma del corpo e dalla temperatura del conduttore.

La seconda legge di Ohm determina la resistenza di un filo conduttore di lunghezza  $L$  e di <sup>area di</sup> sezione trasversale  $A$ .



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

La quantità  $\rho$  è una costante detta "Resistività" del materiale

L'unità di misura di  $\rho$  è il ( $\Omega \cdot m$ )

(21)

vediamo qualche valore in tabella

| Materiale | Resistività          |
|-----------|----------------------|
| Alluminio | $2,82 \cdot 10^{-8}$ |
| Rame      | $1,72 \cdot 10^{-8}$ |
| Oro       | $2,44 \cdot 10^{-8}$ |
| Mercurio  | $95,8 \cdot 10^{-8}$ |
| Argento   | $1,59 \cdot 10^{-8}$ |
| Tungsteno | $5,6 \cdot 10^{-8}$  |
| Carbonio  | $3,5 \cdot 10^{-5}$  |
| Silicio   | 20 - 2300            |
| MICA      | $10^{11} - 10^{15}$  |
| Gomma     | $10^{13} - 10^{16}$  |
| Teflon    | $10^{16}$            |
| Legno     | $3 \cdot 10^{10}$    |

Semi-  
conduttori

ISOLANTI

(22)

La resistenza dipende anche dalla temperatura  
l'equazione è

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

$\alpha$  è una costante detta "coefficiente di temperatura  
della resistenza"

$\alpha$  è positivo nei metalli e nei conduttori.  
Mentre è negativo nei semi conduttori.

Anche la Resistenza varia in funzione  
della temperatura, la formula è

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$



$T_0$  = una qualsiasi determinata temperatura (23)

$T$  = un'altra temperatura

$\rho_0$  = è la resistenza del conduttore alla temperatura

$T_0$

$\rho$  = è la resistenza quando il conduttore è  
alla temperatura  $T$

$\alpha$  = lo abbiamo già descritto e si misura in

$^{\circ}\text{C}^{-1}$  e  $T$  e  $T_0$  si misureranno in  $^{\circ}\text{C}$  (Celsius)

oppure  $\alpha$  si misura in  $\text{K}^{-1}$  e la temperatura

si misura in Kelvin (K).

$R_0$  = la resistenza alla temperatura  $T_0$ , si  
misura in  $\Omega$  (Ohm)

$R$  = la resistenza alla temperatura  $T$ , si  
misura in Ohm ( $\Omega$ ).



Ci sono dei materiali la cui resistenza tende rapidamente a zero se il corpo si trova al di sotto di una temperatura critica  $T_c$ .

Al di sotto di tale temperatura critica i materiali si comportano come dei super-conduttori.

Si è più volte verificato che le correnti elettriche scorrono per anni all'interno di quelli super-conduttori senza alcuna diminuzione di intensità.

Mentre l'intensità di un materiale non super-conduttore si riduce velocemente a zero quando non vi è obbla forza elettromotrice.

Purtroppo la temperatura critica è vicina allo zero assoluto.

Ad esempio

Alluminio ( $T_c = 1,18 \text{ K}$ ), Stagno ( $T_c = 3,72 \text{ K}$ )

Piombo ( $T_c = 7,2 \text{ K}$ )

In laboratorio sono stati creati materiali composti da ossidi di rame che diventano superconduttori a  $175 \text{ K}$

I superconduttori hanno svariate applicazioni in molti settori: risonanze magnetiche, l'accelerazione magnetica, la trasmissione di potenza elettrica con basse perdite, in motori elettrici di grande potenza e piccolo ingombro e dei computer super veloci.

# La potenza elettrica

---

Sia  $i$  l'intensità di corrente,  $V$  la differenza di potenziale, definiamo potenza  $P$ :

$$P = i \cdot V \quad (1)$$

$$1A \cdot 1V = 1W \text{ (watt)}$$

Gli elettrodomestici hanno più o meno le seguenti

potenze: riscaldamento (1200W), stufa elettrica (2000W), lavatrice (800W), climatizzatore (1000W), televisore (150W) trapano (500W).

Dalla legge di Ohm sappiamo che  $V = R \cdot i$

per cui la (1) diventa

$$P = V \cdot i = (R \cdot i) \cdot i = R \cdot i^2 \quad \text{cioè}$$

$$P = R \cdot i^2 \quad (2)$$

## Effetto Joule

Nel sappiamo che in generale se indichiamo con  $P$  la potenza,  
 $W$  il lavoro,  $\Delta t$  il tempo

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (3)$$

"La potenza è il rapporto tra il lavoro prodotto  
 e il tempo impiegato"

Quando passa la corrente si dissipa una certa  
 potenza

$$P = V \cdot i \quad (1) \quad \text{oppure}$$

$$P = V \cdot i = (R \cdot i) \cdot i = R \cdot i^2$$

$$P = V \cdot i^2 \quad (2) \quad \text{oppure}$$

$$P = V \cdot i = V \cdot \left( \frac{V}{R} \right) = \frac{V^2}{R}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (3)$$

Noi sappiamo che

$$W = P \cdot \Delta t$$

E tutto il lavoro  $W$  si converte in calore ( $Q$ )  
~~o lavoro~~ altro.

$$Q = P \cdot \Delta t \quad \text{per cui volgono}$$

$$Q = V \cdot i \cdot \Delta t \quad (4)$$

$$Q = V \cdot i^2 \cdot \Delta t \quad (5)$$

$$Q = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t \quad (6)$$



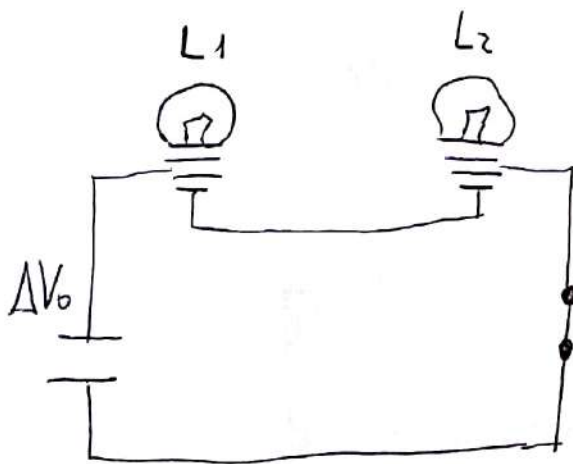
# Enunciato

29

Supponiamo di avere due lampadine uguali,  
per avere più luce possibile, come collegherle  
in serie o in parallelo?

Sl.

Collegiamo due lampadine in serie



Vediamo quanto vale la potenza dissipata dalle lampadine,  
collegate in serie  $L_1$  e  $L_2$

Essendo collegate in serie  $i(L_1) = i(L_2) = i(Z)$

Supponiamo che il generatore fornisca una tensione  
 $\Delta V_0$

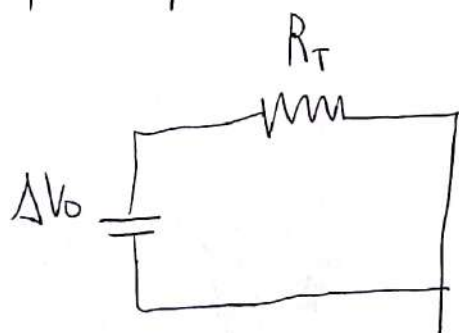


Le lampadine sono delle resistenze e dal collegamento di resistenze in serie sappiamo che

$$R_T = R(L_1) + R(L_2) \quad (8)$$

Cioè la resistenza equivalente è uguale alla somma delle singole resistenze.

A questo punto il circuito equivalente



La corrente  $i$  è data da

$$i = \frac{\Delta V_0}{R_T} \quad (9)$$

Visto che per ipotesi sono 2 resistenze uguali

$$R_T = R + R = 2R \quad (10) \text{ per cui}$$

$$i = \frac{\Delta V_0}{2R} \quad (11)$$

nota la corrente è molto semplice

Calcolare la potenza dissipata, possiamo utilizzare la (1) la (2) o la (3)

(31)

$P = i^2 \cdot R_T = i^2 \cdot 2R$  dove  $R$  è la resistenza delle singole lampadine

$P = 2 \cdot i^2 \cdot R$ , ma essendo per la (11)

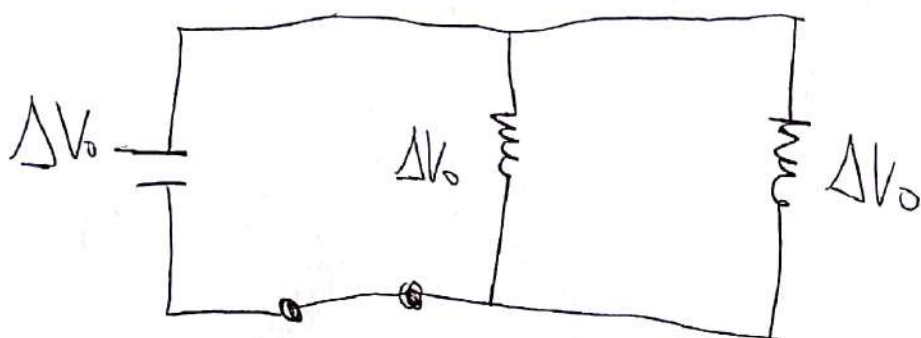
$$i = \frac{\Delta V_0}{2R}$$

$$P = 2 \cdot \left( \frac{\Delta V_0^2}{4R^2} \right) \cdot R = \frac{\Delta V_0^2}{2R} \quad (12) \text{ cioè}$$

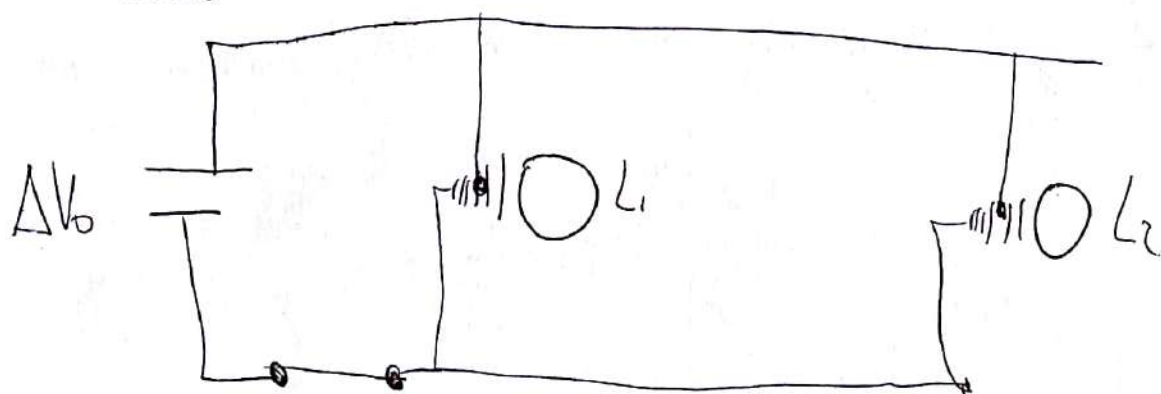
La potenza dissipata da 2 lampadine si trasforma in luminosità erogata dalle lampadine e

$$P = \frac{\Delta V_0^2}{2R} \quad (13)$$

A questo punto calcoliamo la potenza dissipata  
~~nel~~ nel caso in cui le lampadine sono  
 collegate in parallelo.



Cioè



Come sappiamo entrambe le resistenze in parallelo  
 condizionano la stessa differenza di potenziale (d.d.p.) =  
 $= \Delta V_0$

Calcoliamo la potenza dissipata. In questo caso utilizziamo la formula

$$P = \frac{\Delta V^2}{R} \quad (14)$$

$$P = \frac{\Delta V_0^2}{R_T} \quad (15)$$

ma essendo resistenze in parallelo 2. ha

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1+1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow$$

$$R_T = \frac{R}{2} \quad (16)$$

Inseriamo la (16)  $\rightarrow$  (15)

$$P = \frac{\Delta V_0^2}{\frac{R}{2}} = \Delta V_0^2 \cdot \frac{2}{R} = \frac{2V_0^2}{R} \quad \text{Cioè}$$

$$P = \frac{2V_0^2}{R}$$

In definitiva, le potenze dissipate e le lampadine sono collegate in parallelo e

$$P = \frac{2V_0^2}{R}$$

Confrontiamo le 2 potenze dissipate

$$P_{\text{ser}} = \frac{\Delta V_0^2}{2R} \quad ; \quad P_{\text{par}} = \frac{2V_0^2}{R}$$

Studiamo il rapporto

$$\frac{P_{\text{par}}}{P_{\text{ser}}} = \frac{\frac{2V_0^2}{R}}{\frac{\Delta V_0^2}{2R}} = \frac{2V_0^2}{R} \cdot \frac{2R}{\Delta V_0^2} = 4$$

Cioè le potenze dissipate e le lampadine sono collegate in parallelo e 4 volte superiore a quella se sono collegate in serie, cioè è molto più luminoso se le colleghiamo in parallelo

35

Quindi conviene collegare le lampadine in parallelo. Un altro vantaggio di collegare in parallelo è quello che se una lampadina si fulmina, le sono collegate in parallelo le altre funzionano, mentre se sono collegate in serie si interrompe il circuito e non si accende nessuna lampadina.