

# LEGGI DI OHM E CIRCUITI ELETTRICI

**PRIMA LEGGE DI OHM:** in un circuito la differenza di potenziale fornita dal generatore è direttamente proporzionale alla corrente e la costante di proporzionalità è rappresentata dalla resistenza.

$$V = i \times R$$

V = differenza di potenziale d.d.p.; si misura in Volt (con i relativi sottomultipli, tra cui i millivolt sono i più usati)

i = intensità di corrente; si misura in Ampère (con i relativi sottomultipli, tra cui i milliampère sono i più usati)

R = resistenza dell'utilizzatore; si misura in Ohm

Conseguenze.

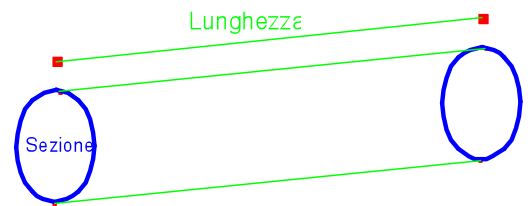
- 1) Se mantengo costante la corrente  $i$ , al crescere della resistenza (o della tensione) crescerà la tensione (o la resistenza); allora tensione e resistenza sono direttamente proporzionali.
- 2) Se mantengo costante la resistenza, all'aumentare della tensione (della corrente) aumenterà la corrente (o la tensione). Anche in questo caso tensione e corrente sono direttamente proporzionali.
- 3) Se mantengo costante la differenza di potenziale  $V$ , se la corrente  $i$  cresce, la resistenza  $R$  decresce e viceversa. Quindi quando  $V =$  costante,  $i$  e  $R$  sono inversamente proporzionali.

Importante: la corrente che circola dipende sempre dall'utilizzatore (cioè dalla resistenza) a parità di potenziale.

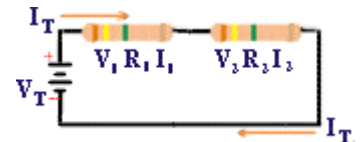
**SECONDA LEGGE DI OHM:** la resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza e inversamente proporzionale alla sua sezione.

Osservazione: naturalmente la resistenza dipende dal tipo di materiale, ad esempio il legno è praticamente un isolante perfetto (con resistenza virtualmente infinita); teoricamente un metallo portato a temperature bassissime (dell'ordine di  $-270^\circ$  C) avrebbe resistenza nulla e quindi sarebbe il *conduttore ideale*.

Più lungo è il nostro conduttore, maggiore è la dispersione della corrente, perché deve "compiere più strada", mentre se è troppo piccola la sezione gli elettroni hanno "poco spazio" per passare e si crea una sorta di ingorgo.



**CIRCUITI IN SERIE.** Tutti gli elementi costituenti il circuito sono disposti uno dopo l'altro, assorbono tutta la differenza di potenziale fornita dal generatore, e sono percorsi tutti dalla stessa corrente.



$$i_{Tot} = i_1 = i_2$$

$$V_{Tot} = V_1 + V_2$$

$$R_{Tot} = R_1 + R_2$$

Sia le d.d.p. che le resistenze si sommano: se metto in serie due batterie da 4,5 V otterrò una d.d.p. totale di 9 V; se pongo una lampadina da 10  $\Omega$  in serie con una da 20  $\Omega$ , la resistenza totale sarà 30  $\Omega$ . Un tipico esempio di circuito in serie è il filare di lampadine per l'albero di Natale: la presa della corrente ci fornisce una d.d.p. di 220 V e riesce ad alimentare 18 lampadine da 12 V ciascuna, oppure un numero maggiore di lampadine più piccole.

Esempio. Un cavo è alimentato con una tensione (d.d.p.) di 220 V e sul quale sono applicate 25 lampadine uguali in serie, ciascuna della resistenza di 2  $\Omega$ . Calcola:

- |  |  |
|--|--|
| 1) la d.d.p ai poli di ciascuna lampadina; | 1) ciascuna lampadina assorbe una d.d.p. di 220 V :<br>$25 = 8,8$ V                                      |
| 2) la resistenza totale;                   | 2) la resistenza totale sarà data da $2 \Omega \times 25 = 50 \Omega$                                    |
| 3) la corrente che circola nel cavo.       | 3) la corrente che circola nel circuito sarà data da<br>$i = \frac{V}{R} = \frac{220V}{50\Omega} = 4,4A$ |

Esercizi.

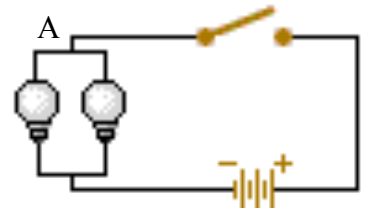
1. Un circuito è costituito da 15 led in serie ciascuno da 1,6 V con una resistenza di 0,5  $\Omega$  ciascuno. Calcola: la d.d.p. della batteria necessaria per alimentare il circuito; la resistenza totale; la corrente che circola nel circuito.



Figura 1 Il fisico Georg Simon Ohm.

- Un circuito in serie è alimentato da una batteria da 9 V nel quale circola la corrente di 0,4 A. Che resistenza avrà l'utilizzatore collegato al circuito? Che resistenza dovranno avere 2 utilizzatori uguali perché circoli la stessa corrente?
- Ad un circuito in serie alimentato da un generatore da 380 V sono collegate di volta in volta le seguenti resistenze: 1Ω, 2Ω, 4Ω, 5Ω, 10Ω, 19Ω, 20Ω, 38Ω, 76Ω, 95Ω, 190Ω e 380Ω. Calcola le correnti circolanti per ciascuna resistenza e disegna il grafico della corrente  $i$  in funzione della resistenza  $R$ .

**CIRCUITI IN PARALLELO.** Consideriamo il circuito in figura: se chiudiamo il circuito abbassando l'interruttore le due lampadine si accendono contemporaneamente; se ne scolgo una, l'altra rimane accesa, mentre se avessi fatto una simile operazione in un circuito in serie tutti gli utilizzatori si sarebbero spenti. Questo perché nel punto A la corrente si distribuisce nei due rami: anche se uno è interrotto, nell'altro circola sempre la corrente. Qui le formule per il calcolo di  $i$ ,  $R$  e  $V$  sono le seguenti:



$$i_{Tot} = i_1 + i_2 \quad V_{Tot} = V_1 = V_2 \quad \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

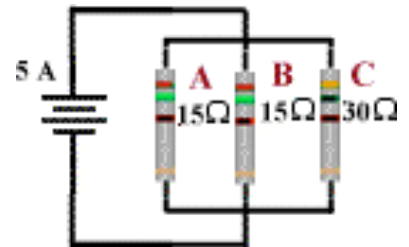
Dall'ultima relazione si può intuire che la resistenza complessiva di un circuito in parallelo è più piccola di quella del corrispettivo circuito in serie (si calcola infatti l'inverso delle resistenze). Una volta svolti i calcoli, per conoscere il valore cercato di resistenza bisogna invertire le due frazioni a destra e sinistra dell'uguale. Ipotizziamo che il generatore eroghi 12 V di differenza di potenziale e che le due lampadine siano uguali, con resistenza ciascuna di 30 Ω: la resistenza totale sarà di 15 Ω; infatti,

$$\frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{1+1}{30} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15}; \text{ da cui : } R_{Tot} = 15\Omega$$

La corrente totale si trova applicando la prima legge di Ohm e quindi sarà data da  $V : R_{Tot} = i = 12 : 15 = 0,8$  A; essendo le due lampadine uguali, la corrente si dividerà in due parti uguali, ovvero 0,4 A per ciascun ramo del circuito.

Esempio.

Nel circuito in figura circola una corrente di 5 A che si distribuisce a tre resistenze in parallelo, due con  $R = 15 \Omega$  ed una con  $R = 30 \Omega$ . Quanti volt eroga il generatore? Che corrente circola in ciascun ramo del parallelo?



Per prima cosa dobbiamo calcolare la resistenza totale del circuito:

$$\frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30} = \frac{2+2+1}{30} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}; \text{ da cui invertendo : } R_{tot} = 6\Omega$$

Quindi applichiamo la prima legge di Ohm:  $V = i \cdot R = 6 \times 5 = 30V$

Per calcolare come si divide la corrente nei tre rami, dobbiamo ricordarci che la differenza di potenziale è sempre la stessa; avremo quindi:  $i_A = i_B = \frac{V}{R_A} = \frac{30}{15} = 2A$ ;  $i_c = \frac{V}{R_c} = \frac{30}{30} = 1A$ . Se facciamo la prova vedremo

che la corrente totale è ancora 5A.

Esercizi.

- Un circuito elettrico è costituito da due generatori in serie da 12 V ciascuno che alimentano un parallelo di 4 lampadine; due hanno una resistenza interna di 6 Ω ciascuna, la terza e la quarta hanno ciascuna una resistenza di 12 Ω e la quinta di 18 Ω. Calcola la resistenza totale, la corrente totale e la corrente che circola in ciascun ramo del parallelo.  
 $[R_{tot} = 1,8 \Omega; i_{tot} = 13,34 A; i_1 = i_2 = 1,48 A; i_3 = i_4 = 2,96 A; i_5 = 4,44 A]$
- Un circuito in parallelo è costituito da due lampadine con una resistenza rispettivamente di 50 Ω e 60 Ω; se la corrente totale che circola è di 4 A, qual è la tensione fornita dal generatore?

[d.d.p. = 109,08 V]

**LA POTENZA ELETTRICA.** Come tutte le macchine che compiono un lavoro ed utilizzano energia, anche i motori elettrici, le lampadine ecc. misurano la loro potenza in Watt. **La potenza è una grandezza fisica che indica il lavoro svolto nell'unità di tempo.** Ad esempio 1 W è la potenza generata da 1 Joule di energia in 1 secondo (1J/1S); spesso si usano i kW (1 chilowatt=1000 W) e i MW (1 megaWatt = 1000000 W): è il caso delle centrali elettriche che forniscono anche 1000 MW di potenza per illuminare le nostre città.

Sappiamo bene che le lampadine in casa hanno 40 W, 60 W, 100 W di potenza, i faretti arrivano anche a 500-1000W e via discorrendo. Ma come possiamo calcolare la potenza di una lampadina in un circuito? Con una formula semplice come le precedenti:

$$W = V \times i$$

Se ad esempio nel circuito di casa, che sappiamo funzionare a 220V, colleghiamo una lampada nella quale scorre una corrente di 0,5 A, allora la potenza della lampada sarà:  $W = 220 \times 0,5 = 110W$ .

In un circuito al quale colleghiamo due lampade che fanno la stessa luce (hanno la stessa luminosità) potremmo accorgerci che la potenza assorbita è di gran lunga inferiore. È questo il caso delle lampade a basso consumo, che assorbono  $\frac{1}{5}$  della potenza di una normale lampadina ad incandescenza. Queste lampade sono molto più

care, ma durano molto di più (5-6 anni contro 1-2 di una normale) e consumando di meno anche la bolletta elettrica risulta molto più contenuta.

Ciò significa che una lampadina ad incandescenza da 100 W può essere sostituita da una lampada a basso consumo da 20 W ottenendo lo stesso potere illuminante. Infatti sapendo che in casa la tensione è 220 V, per la lampadina da 100 W passa una corrente  $i = 100 : 220 = 0,454$  A, mentre per la lampada da 20 w a basso consumo la corrente è  $i = 20 : 220 = 0,090$  A.

#### WATT E WATTORA

Il kilowattora (simbolo kWh) è un'unità di misura pratica **dell'energia**. L'unità di misura dell'energia nel Sistema internazionale (SI) è il joule (J). Il kilowattora è definito come l'energia fornita in un'ora dalla potenza di 1 kW. Questo può creare un po' di confusione: infatti il circuito elettrico delle nostre abitazioni solitamente fornisce una **potenza** massima utilizzabile in ogni momento di 3 kW, ma in una giornata noi potremmo consumare soltanto 2 kWh di **energia**, ad esempio in una giornata d'estate nella quale l'unico utilizzatore è stato il frigorifero.

Sulla bolletta dell'elettricità noi paghiamo l'energia che consumiamo, quindi i chilowattora, e non dobbiamo considerare la potenza assorbita da ciascun elettrodomestico.

Se prendiamo uno dei vari distributori di energia (Enel, Edison, Sorgenia, ecc) ci saranno tariffe differenti a seconda dell'energia consumata, ma si possono registrare piccole differenze tra regione e regione e tra le varie stagioni. Un esempio è dato dalla seguente tabella.

I prezzi sono validi fino: al 12 Aprile 2011.

Taglia SMALL	Taglia MEDIUM	Taglia LARGE	Taglia EXTRALARGE
fino a 150 kWh/mese	fino a 225 kWh/mese	fino a 300 kWh/mese	fino a 375 kWh/mese
19,5 euro al mese	34 euro al mese	48,5 euro al mese	64,5 euro al mese

Per ogni kWh consumato oltre la soglia mensile, si applica un prezzo tutto compreso di 0,25 euro/kWh (taglia small), 0,27 euro/kWh (taglia medium), 0,29 euro/kWh (taglia large), 0,30 euro/kWh (taglia extra large). I prezzi, IVA e imposte escluse, sono validi per 12 mesi e si riferiscono a forniture per usi domestici 3 kW residente. Per i non residenti o per chi è titolare di un contratto di fornitura con potenza superiore a 3 kW sarà applicato un corrispettivo di 9 euro al mese, aggiuntivo rispetto al costo del pacchetto base.

Fonti: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.itg-rondani.it](http://www.itg-rondani.it) nella sezione "Fisica"

[www.enel.it/enelenergia](http://www.enel.it/enelenergia)

Caforio A. – Ferilli A. "Nouva Physica 2000 – vol. 3" Le Monnier, 2000

Gianfranco Moretti Foggia, perito elettrotecnico