

L'ELETTRICITA'

Corrente elettrica

Come dice la parola stessa, corrente è qualcosa che scorre, che fluisce (participio presente del verbo correre). Semplificando, la corrente elettrica è un flusso di cariche elettriche (elettroni) che si muovono in modo ordinato attraverso un conduttore.

Deriva da "elektron": i greci così chiamavano l'ambra (una resina naturale) che aveva la proprietà, se strofinata, di attrarre a sé corpi leggeri come piume e foglie.

Caratteristiche della corrente elettrica:

L'energia elettrica che utilizziamo è ottenuta dalla trasformazione di altre forme di energia (chimica, idraulica, solare, nucleare....): ecco perché definiamo l'energia elettrica un'energia secondaria. Le sue caratteristiche sono:

- è comoda: basta premere un interruttore ed è subito disponibile;
- è un'energia pulita: non produce polveri o residui nel luogo di consumo. Se l'uso della corrente non inquina, inquinano però i processi con cui viene prodotta da fonti primarie quali i combustibili fossili.
- è trasportabile a migliaia di km di distanza dal luogo di produzione;
- è facilmente ritrasformabile in altre forme di energia (energia meccanica, energia termica);
- è difficile da immagazzinare in quantità. Gli accumulatori sono ingombranti, costosi e di breve durata.

Direzione convenzionale della corrente elettrica

La corrente elettrica viene indicata per convenzione come un flusso di cariche positive che si muovono da un corpo B (carico positivamente: anodo) verso un corpo A (carico negativamente: catodo). In realtà è un flusso di elettroni da A verso B (dal - verso il +) che fluiscono sul filo conduttore per ristabilire l'equilibrio.

Materiali conduttori e isolanti

I materiali conduttori si prestano a consentire il flusso di corrente, ad esempio: il rame, l'argento e l'alluminio. Buoni conduttori anche il carbone, il suolo, i corpi umidi, i sali e gli acidi.

Altri materiali, che invece si oppongono al passaggio della corrente, vengono definiti isolanti, ad esempio il vetro, il marmo, la plastica, la gomma, il sughero, il legno e la carta (se sono ben asciutti), la porcellana, l'ambra, il cotone, la seta.

Tensione o differenza di potenziale (V)

Realizziamo una semplice esperienza. Si prendano due recipienti di grandezza differente, comunicanti attraverso un condotto alla base. Sul condotto poniamo un rubinetto e riempiamo i recipienti con acqua in maniera che raggiungano livelli differenti. Quando apriamo il rubinetto l'acqua scorrerà dal recipiente con un livello maggiore ad uno con livello minore, fino a quando i due livelli non saranno identici. A questo punto non vi sarà più alcun flusso d'acqua.



Direzione di scorrimento dell'acqua

aprendo il rubinetto l'acqua scorre in maniera da equilibrare i livelli nei due recipienti.

Una cosa simile succede in un conduttore quando ai suoi capi c'è una ddp.

La forza esterna che determina lo spostamento (la spinta) degli elettroni è detta forza elettromotrice, o anche tensione o differenza di potenziale.

Le cariche si spostano da un punto ad alto potenziale ad un altro a basso potenziale.

Dove troviamo la corrente in casa nostra? Naturalmente nelle prese, le comunissime prese di corrente. Occorre però fare una precisazione: nelle prese non c'è la corrente, ma c'è la tensione, ovvero quella forza che spinge gli elettroni a muoversi, dando origine alla corrente.

Si misura in **Volt (V)**.

La tensione presente sulla presa non produce alcun effetto finché niente vi viene inserito; nel momento in cui vi inseriamo una spina, per esempio la spina di una lampada, non facciamo altro che creare un collegamento tra il foro che spinge e quello che risucchia: nel filo della lampada comincia a scorrere una corrente elettrica, che ha come effetto l'accensione della lampadina.

Intensità di corrente (I)

È la quantità di elettroni (Q) che passano in un secondo (t) attraverso un circuito.

Intensità = Carica elettrica/tempo $\rightarrow I = Q/t \rightarrow 1 \text{ coulomb}/1 \text{ secondo} = 1 \text{ Ampère (A)}$

Coulomb = unità di misura di una carica elettrica

1 Coulomb è pari a circa $6,25 \times 10^{18}$ elettroni

Resistenza elettrica (R)

Abbiamo visto che la corrente scorre per effetto di una forza detta forza elettromotrice o tensione; c'è però qualcosa che contrasta di più o di meno questa forza e tende a frenare lo scorrere degli elettroni: questa forza frenante, che dipende dalla natura del materiale attraversato, viene detta resistenza elettrica. La resistenza si misura in **Ohm (Ω)**.

Maggiore e' la resistenza e minore e' la corrente che riesce a passare (abbiamo visto che in certi materiali, detti isolanti, la corrente non passa per niente).

Le lampadine che fanno più luce sono costruite in modo tale che il loro filamento, cioè quel filo che si scalda e diventa incandescente, abbia una resistenza bassa e possa quindi far passare più corrente. Questo risultato si può ottenere in vari modi:

1- si può usare un materiale che per sua natura abbia una minore resistenza elettrica e quindi presenti una maggior attitudine ad essere attraversato dalla corrente.

2- a parità di materiale, si può usare un filo più grosso (maggiore sezione): più è grosso il filo, minore è la resistenza e maggiore è la corrente che riesce a passare.

3- si può fare in modo che la lunghezza del filo sia minore: più corto è il filo, minore è la resistenza e più corrente passa.

Riepilogando possiamo dire che:

Un materiale può essere attraversato da corrente se è conduttore.

La corrente che passa in un materiale dipende da due fattori:

1- dalla forza elettromotrice, o tensione, applicata

2- dalla resistenza del materiale

La 1^ Legge di Ohm

Con riferimento ad un conduttore di determinate dimensioni, se indichiamo con V la tensione applicata, con I la corrente che attraversa il conduttore e con R la sua resistenza, possiamo esprimere matematicamente la relazione che esiste fra le tre grandezze:

$$I = V/R \quad (\text{ampere=volt/ohm})$$

$$\text{da cui: } V=I \times R \quad \text{e} \quad R=V/I$$

L'intensità di corrente che circola in un conduttore è data dal rapporto tra la tensione applicata agli estremi del conduttore e la resistenza del conduttore stesso.

L'intensità I e la tensione V sono direttamente proporzionali tra loro.

Esercizio:

Se io ho un utilizzatore la cui resistenza R è di 44 ohm e lo collego ad una tensione V di 220 volt, posso dire subito che nel mio utilizzatore passerà una corrente di 5 ampere, perché $(220 : 44)=5$ ampere.

La 2^ Legge di Ohm

La resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza, inversamente proporzionale alla sua sezione (area) e dipende dal materiale di cui è fatto:

$$R = \rho x (L/S)$$

dove:

R=resistenza di un conduttore

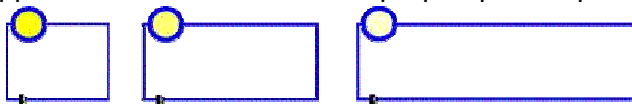
S=sezione del conduttore

L=lunghezza del conduttore

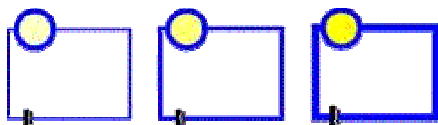
ρ = costante tipica del materiale (resistività)

Il rame ha una resistività minore del ferro e quindi è più adatto a far passare la corrente. Il nichelcromo ha una resistività elevata, pari a circa 60 volte quella del rame, e così risulta adatto per la costruzione di resistenze elettriche, cioè apparecchiature che sono utili proprio perché presentano una resistenza elevata.

Materiale	$\rho \text{ (}\Omega\text{m)}$	$\rho \text{ (}\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}})$
Argento	$1.5 \cdot 10^{-8}$	0.015
Oro	$2 \cdot 10^{-8}$	0.020
Alluminio	$2.6 \cdot 10^{-8}$	0.026
Ferro	10^{-7}	0.1
Costantina	$4.9 \cdot 10^{-7}$	0.49
Mercurio	$9.4 \cdot 10^{-7}$	0.94
Zinco	$6 \cdot 10^{-8}$	0.06
Rame	$1.6 \cdot 10^{-8}$	0.016



Maggiore è la lunghezza del filo, meno è luminosa la lampadina perché aumenta la resistenza.



Maggiore è la sezione del filo, più è luminosa la lampadina, perché la resistenza è diminuita.

Esercizio

Proviamo a calcolare la resistenza di un filo di nichelcromo avente una sezione di $0,2 \text{ mm}^2$ e una lunghezza di 10 metri. Occorre conoscere quanto vale la resistività del nichelcromo; cercando in un apposito manuale si trova:

resistività del nichelcromo = $0,9 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ → significa: 0,9 ohm di resistenza per ogni metro di lunghezza, quando la sezione misura 1 millimetro quadrato.

$$R = \rho x L/S = 0,9 \times 10 / 0,2 = 45 \text{ Ohm}$$

Effetto Joule

Se in un motore elettrico l'energia liberata si trasforma per la maggior parte in energia meccanica, in un filo conduttore ad esempio di un forno elettrico essa si trasforma totalmente energia termica → Effetto Joule.

Come detto la resistenza è una forma di attrito, quindi al passaggio della corrente, il conduttore si riscalda.

Questo effetto è sfruttato nei ferri da stiro, nelle stufe, nelle lavatrici, nelle lavastoviglie.....

Un particolare utilizzo di questo effetto è prodotto dalle lampadine. Se ne osserviamo una, possiamo facilmente notare che, all'interno della sua ampolla, vi è un sottile filamento conduttore di tungsteno, il quale sarà attraversato da una corrente elettrica che lo farà riscaldare, senza farlo bruciare, perché l'ampolla è vuota o piena di gas inerte. La temperatura raggiunta dal tungsteno è talmente elevata che il materiale emetterà luce.

Potenza elettrica

È la grandezza che indica l'energia liberata, ovvero il lavoro compiuto, in ogni unità di tempo. Si misura in **Watt (W)**.

1 kW= 1000 W

Potenza liberata per effetto Joule

La potenza liberata è data dal prodotto della tensione V e l'intensità di corrente I. Si misura in **Watt**.

$$P=V \times I$$

Watt= Volt x Ampère

Poiché per la 1^a legge di Ohm $V=I \times R$:

$$P=V \times I \rightarrow P=(I \times R) \times I \rightarrow P=I^2 \times R$$

Energia liberata

L'energia liberata, anche detta energia consumata (il lavoro), è data dalla potenza per il tempo.

L'unità di misura è il **kilowattora**.

$$E= P \times t \rightarrow E=\text{kilowatt} \times \text{ore}$$

$$E= I^2 \times R \times t$$

Tutti i dispositivi che funzionano con la corrente elettrica, sono chiamati utilizzatori. La nostra casa e' piena di esempi di utilizzatori: frigorifero, lavatrice, asciugacapelli, televisione, stufette elettriche, tutti i dispositivi di illuminazione (piantane, lampadari, ecc.) e tanti altri. Se avete in casa il contatore, quella scatola nera con un disco che gira e che misura l'energia consumata, divertitevi a vedere come il disco gira con velocità diverse a seconda degli utilizzatori che accendete; noterete che girerà piano quando attaccate per esempio un frullatore o un ventilatore, ma girerà molto più velocemente se attaccate alla corrente una stufetta o il forno elettrico.

In pratica la velocità di rotazione del disco dipende dalla corrente che in quel momento sta passando negli utilizzatori che voi avete collegato alla rete elettrica. Ogni utilizzatore è caratterizzato da due dati: la tensione di funzionamento (V) e la potenza (W) che assorbe quando funziona a quella tensione.

La tensione di funzionamento deve essere assolutamente rispettata, pena la distruzione dell'utilizzatore stesso; attualmente la tensione nelle nostre case ha il valore unificato di 220 volt, e quindi e' poco probabile che un utilizzatore venga collegato ad una tensione errata.

La potenza può variare, anche di molto, da un apparecchio all'altro; un televisore da 14 pollici assorbe circa 50 W, un trapano elettrico circa 450 W, un forno può assorbire più di 1500 W.

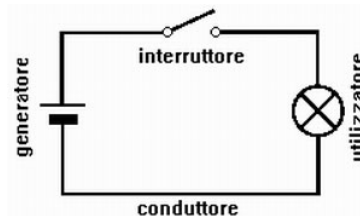
Non è possibile in genere far funzionare in casa utilizzatori di potenza superiore a circa 3000 W, altrimenti scatta la protezione di sovraccarico e si resta al buio.

Naturalmente il discorso vale anche per più utilizzatori di potenza minore, ma fatti funzionare contemporaneamente: una lampada da 250 W, accesa mentre si usa un asciugacapelli da 1500 W, e mentre magari ci si scalda con una stufetta da 750 W, equivale ad una potenza totale assorbita di (250+1500+750), e cioè 2500 W.

Una volta era comune trovare nelle case più di una tensione: non solo 220, ma anche 160 e 110 volt. Qualcuno si divertiva a prendere una lampada del tipo a 160 volt e la collegava a 220. La lampada faceva una bella luce vivida, molto più bianca e forte di quella normale, ma dopo poche ore era bella che bruciata! Questo succede perché, a causa della forza elettromotrice (o tensione) troppo elevata, nella lampada passa una corrente superiore a quella che il filamento può sopportare senza distruggersi. Se la stessa lampada fosse stata progettata per funzionare a 220 volt, il suo filamento sarebbe stato costruito con filo più sottile e sarebbe stato più lungo, in modo da opporre una maggiore resistenza alla corrente che cerca di passare sotto la spinta di una tensione più elevata. Questo ragionamento trova conferma nelle formule che abbiamo visto prima: una di esse, $I= V/R$, ci dice che la corrente e' pari al valore della tensione diviso il valore della resistenza; e' chiaro quindi che se una lampadina deve funzionare ad una tensione più alta, deve essere maggiore anche la sua resistenza.

Grandezza	Unità di misura	Simbolo	Strumento di misura
Tensione	Volt	V	Voltmetro
Intensità	Ampere	A	Amperometro
Resistenza	Ohm	Ω	Ohmetro
Potenza	Watt	W	Wattometro
Assorbimento	Kilowattora	kWh	Contatore

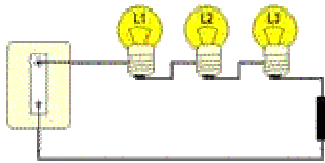
CIRCUITI ELETTRICI



Con due resistenze si possono avere due tipi di circuiti: in serie e in parallelo. Con più resistenze, poi, si possono costruire circuiti più complessi.

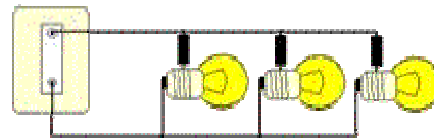
-s-e-r-i-e-

Circuito in serie (luci natalizie)



parallelo

Circuito in parallelo (gli impianti delle nostre abitazioni)



UTILIZZATORI COLLEGATI IN SERIE

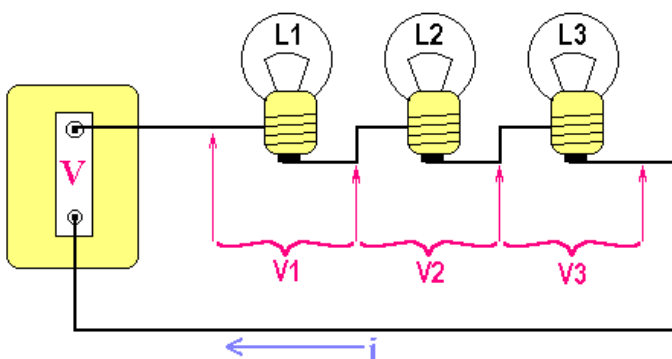
Si ottiene collegando uno dei due fili che alimentano la lampadina con uno dei due di un'altra e così di seguito se sono più di due.

Caratteristiche: oppone notevole resistenza al passaggio di corrente; la tensione è maggiore.

Tutti gli utilizzatori sono attraversati dalla stessa corrente. Gli utilizzatori funzionano solo contemporaneamente: la corrente attraversa prima uno poi l'altro. Se uno si guasta, il circuito si interrompe. Si usa poco.

Quanta corrente passa? La tensione di 220 volt della presa risulta applicata a tutta la fila di lampadine, quindi per far passare corrente deve vincere la resistenza non di una sola, ma di tutte le lampadine, una dopo l'altra; la resistenza che incontra è equivalente quindi alla somma di tutte le resistenze. La tensione di 220 volt si suddividerà allora tra le varie lampadine, e su ogni lampadina sarà presente la tensione che occorre perché la corrente in circuito possa superare la resistenza di quella lampadina. Se supponiamo di collegare in fila 10 lampadine identiche, troveremo che su ogni lampada sarà presente una tensione di 22 volt.

Esempio caratteristico di collegamento in serie sono le lampadine dell'albero di natale. Una serie è costituita da 10 o più lampadine colorate, tutte aventi le stesse caratteristiche elettriche. Se una di esse venisse collegata da sola alla rete a 220 volt, scoppierebbe immediatamente; insieme alle altre invece essa sopporta solo una piccola parte della tensione di rete e può funzionare senza bruciarsi.



- La tensione totale è la somma delle tensioni di ciascun componente.

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

(In questo caso, $V_t = V_1 + V_2 + V_3$)

- La resistenza totale è uguale alla somma delle resistenze di ciascun componente.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

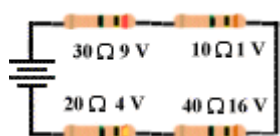
(In questo caso, $R_t = R_1 + R_2 + R_3$)

- La corrente totale (intensità) è uguale a quella in ogni componente.

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \dots = I_n$$

(In questo caso, $I_t = I_1 = I_2 = I_3$)

ESERCIZIO



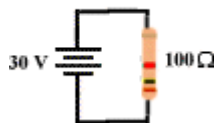
Abbiamo un circuito in serie come questo. Quanto valgono la tensione, la resistenza e la corrente totali?

La tensione totale è $9 + 1 + 16 + 4 = 30$ V

La resistenza totale è $30 + 10 + 40 + 20 = 100$ Ohm

Con la legge di Ohm, $I = V / R$, si trova poi la corrente totale:

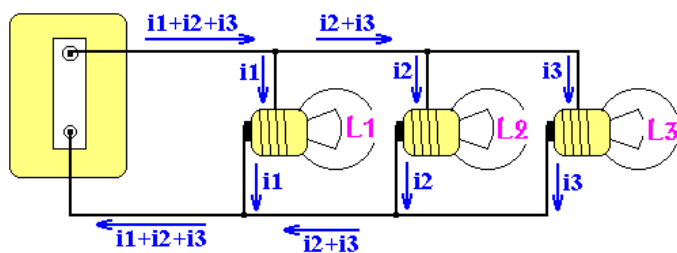
$$I = 30 / 100 = 0.3 \text{ A}$$



UTILIZZATORI COLLEGATI IN PARALLELO

Si ottiene collegando tra di loro i poli di uguale segno di ciascun generatore.

Caratteristiche: minore resistenza al passaggio di corrente. Gli utilizzatori funzionano indipendentemente l'uno dall'altro, senza variazioni di tensione quando se ne usa più di uno contemporaneamente. E' il più usato.



- La tensione totale è uguale in ogni componente.

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

(In questo caso, $V_T = V_1 = V_2 = V_3$)

- La resistenza è:

$$1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$$

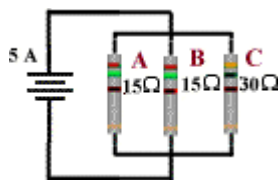
(In questo caso, $1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$)

- La corrente totale (intensità) è uguale alla somma delle correnti in ciascun componente.

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots + I_n$$

(In questo caso, $I_t = I_1 + I_2 + I_3$)

ESERCIZIO



Se hai un circuito in parallelo come questo, qual è la resistenza totale e la tensione? E la tensione e la corrente in A, B, e C?

Per poter trovare la tensione totale, dobbiamo trovare la resistenza totale. Possiamo trovare la resistenza totale.

$$1/R = 1/15 + 1/15 + 1/30 = 5/30, R = 6 \text{ ohm}$$



Poi usando la legge di Ohm, $V = I \times R$, possiamo trovare la tensione totale.

$$V = 5 \times 6 = 30 \text{ V}$$

Ora sappiamo la tensione su A, B, e C, che vale 30 V su ognuna. Usando di nuovo la legge di Ohm ($I = V/R$), possiamo trovare la corrente in A, B, e C.

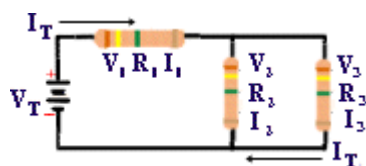
$$I_A = 30/15 = 2 \text{ A}$$

$$I_B = 30/15 = 2 \text{ A}$$

$$I_C = 30/30 = 1 \text{ A}$$

Sommando tutte le correnti ottieni 5 A, che è la corrente totale.

Esempio di Circuito in Serie – Parallelo:



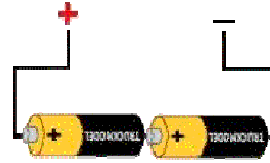
COLLEGAMENTO IN SERIE DI GENERATORI

Si ottiene collegando il polo positivo della prima con il polo negativo della seconda e così di seguito se sono più di due.

Caratteristiche: sono poco usati, danno tensione maggiore. Qui la tensione è raddoppiata. Se ad esempio un apparecchio richiede 4,5 V lo si ottiene con tre pile da 1,5 V. La durata è pari a quella di una sola pila.

Esempio di utilizzo: radio, registratori.

$$I_{\text{tot}} = I_1 = I_2$$
$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2$$



(Esempio: con 2 pile da 1,5 Volt si ottiene una tensione in uscita da 3,0 Volt)

Riassumendo:

- La tensione V totale = somma delle tensioni.
- L'intensità rimane quella di una singola pila.
- La potenza P totale = somma delle singole potenze.

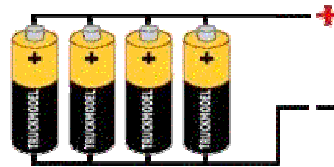
COLLEGAMENTO IN PARALLELO DI GENERATORI:

Si ottiene collegando tutti i poli negativi di ogni generatore con un conduttore e tutti i poli positivi con un secondo conduttore.

Caratteristiche: la corrente che il circuito assorbe è divisa in questo caso fra i 4 generatori. Si ha maggiore intensità e maggiore durata di erogazione (la durata complessiva è uguale alla somma delle durate di ogni pila).

Esempio di utilizzo: telecomandi.

$$I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$
$$V_{\text{tot}} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$



(Esempio: con 4 pile da 1,5 Volt si ottiene una tensione in uscita da 1,5 Volt)

Riassumendo:

- La tensione disponibile V è uguale a quella di ciascuna pila.
- La corrente I disponibile è la somma delle correnti erogate da ciascuna pila.
- La potenza P è la somma delle potenze di ciascuna pila.