




Tensione, corrente e resistenza

Tensione e corrente, ovvero causa ed effetto

L'elettricità ci ripropone in qualche modo ciò che osserviamo nella vita di tutti i giorni: finché tutto è in equilibrio, in condizioni di riposo, nulla accade; affinché succeda qualcosa, occorre che si determini una situazione di scompenso, uno stato di **tensione**.

Può essere una tensione sociale, che dà origine a disordini popolari, o, nel campo della fisica, una tensione elettrica, in grado di spostare delle cariche fra due corpi che abbiano acquisito [potenziali diversi](#).

Come già si è visto in pagine precedenti, le cariche che scorrono in un conduttore sono gli elettroni degli strati più esterni degli atomi, e costituiscono quella che viene comunemente definita **corrente elettrica**.

		
calore	luce	forza di trazione

Più forza ha la tensione che spinge tali cariche, e maggiore è il numero di cariche che fluiscono nel conduttore.

Il valore del numero di cariche che passano in un certo intervallo di tempo permette di definire l'intensità della corrente, secondo la formula $I = Q / t$

L'unità di misura della corrente è l'ampere, che si indica con una **A** maiuscola. Abbiamo già visto che la carica elettrica si misura in [coulomb](#) (C); diremo allora che una corrente elettrica ha il valore di 1 A quando nel conduttore passa la carica di 1 coulomb per ogni secondo.

Cosa può fare la corrente elettrica

Sembra quasi superfluo parlare delle possibilità della corrente elettrica, in un mondo dove tutto funziona con l'elettricità. Esistono moltissimi apparecchi nati appositamente per essere attraversati dalla corrente, e ciascuno di essi è costruito per utilizzarla in modo diverso.

La corrente che attraversa le spirali di filo di una stufa produce **calore**; se la corrente riesce a far salire la temperatura di un filo conduttore facendolo diventare incandescente, oltre al calore il filo emetterà **luce**, come vediamo quando accendiamo una comune lampadina.

Ma la corrente può anche creare un campo elettrico che si traduce in una forza fisica: è la **forza** che fa ruotare i motori dei nostri elettrodomestici, delle macchine industriali e che permette ad un locomotore elettrico di trainare una lunga fila di vagoni carichi di persone o di merci.

Il terzo incomodo: la resistenza

Sarebbe meraviglioso far scorrere la corrente nelle apparecchiature e farle funzionare senza dispendio di energia! Purtroppo, nel momento in cui applichiamo una tensione con lo scopo di far "muovere" questa

corrente, qualcosa rema contro, e cioè si oppone al libero movimento delle cariche elettriche. Ogni materia si comporta in realtà in maniera differente.

Esistono materiali i cui atomi presentano elettroni esterni saldamente legati al nucleo, per nulla disponibili a passare agli atomi vicini; tali materiali non consentono lo spostamento di cariche nè, di conseguenza, il passaggio della corrente: sono gli **isolanti**.

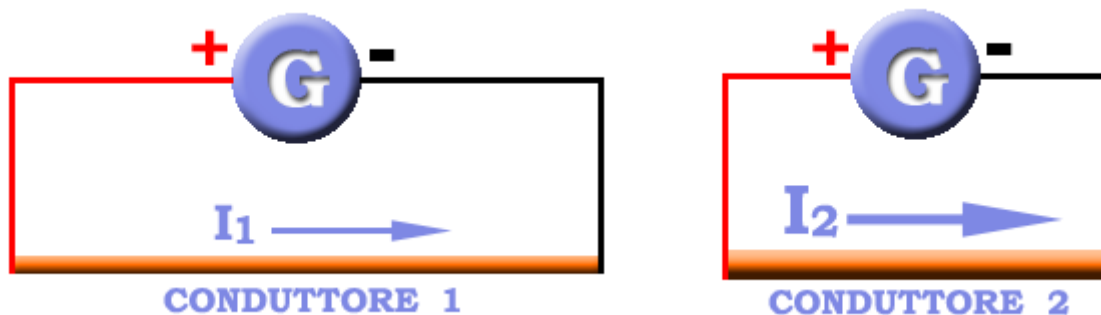
In altri materiali, gli elettroni esterni sono legati più debolmente ai propri nuclei, e sono quindi disponibili a transitare da un atomo all'altro: tali materiali sono appunto i **conduttori**. Ma anche i materiali conduttori non si lasciano attraversare dalla corrente senza sforzo: abbiamo visto, infatti, che il movimento delle cariche in un conduttore è la conseguenza di una forza, detta differenza di potenziale o tensione, applicata ai due estremi del conduttore.

La forza contraria che il materiale oppone al passaggio della corrente viene denominata **resistenza elettrica**, si indica con **R** e si misura in **ohm**.

La resistenza dipende in effetti da un valore caratteristico di ciascun materiale: la **resistività**. Ogni materiale presenta una propria resistività; i metalli, tra cui il rame e l'alluminio, sono caratterizzati dai valori più bassi, e risultano quindi particolarmente adatti all'uso come conduttori per la corrente elettrica.

Differenza fra resistività e resistenza

Occorre chiarire che differenza esiste fra i due termini resistività e resistenza. La resistività è una caratteristica della materia, ed ogni materiale ha il suo valore di resistività. La resistenza di un conduttore è una grandezza elettrica che deriva dalla resistività del materiale, ma che tiene conto delle dimensioni del conduttore in questione.



Come esempio, facciamo riferimento a due conduttori di rame, il primo lungo e sottile, il secondo corto e di maggior diametro, collegati a due generatori identici in grado di applicare a ciascun conduttore la stessa differenza di potenziale; con opportune misurazioni, noteremo che, pur essendo dello stesso materiale, il conduttore 1 lungo e sottile sarà attraversato da una corrente I_1 meno intensa della corrente I_2 che attraverserà il conduttore 2. Dovremo quindi concludere che il primo conduttore ha una resistenza maggiore del secondo.

In altre parole, in presenza di una maggiore resistenza, occorre una tensione più alta per ottenere nel conduttore il passaggio di una certa corrente.

Le tre grandezze, e cioè tensione **V**, corrente **I** e resistenza **R** sono in effetti legate dalla relazione:

$$I = V / R$$

La relazione indica che la corrente in un conduttore è data dalla tensione applicata, divisa per la resistenza del conduttore.

La stessa relazione ci dice anche che la resistenza di un conduttore si può calcolare come rapporto fra la tensione applicata e la corrente che scorre nel conduttore stesso: $R = V / I$.

Conoscendo le dimensioni fisiche di un conduttore e la resistività del materiale di cui esso è composto, possiamo calcolarne la resistenza, con la formula: $R = \rho \times L / s$

dove **L** e **s** sono la lunghezza (in metri) e la sezione (in mm^2) del conduttore, e **ρ** (lettera greca che si legge "ro") è il valore della resistività, espresso in $\text{ohm}/\text{mm}^2/\text{m}$

La resistenza consuma energia

Sappiamo dallo studio della fisica che il prodotto di una forza per uno spostamento equivale ad un lavoro, secondo la nota formula $L = F \times s$. Ebbene, nel caso dell'elettricità, il principio è analogo: lo spostamento delle cariche elettriche lungo i conduttori richiede un lavoro, ovvero un'energia. Come si manifesta questa energia?

La risposta è: con produzione di calore. Provate a far passare una corrente intensa in un filo molto sottile: sentirete in breve tempo come comincia a scaldare!

Ma questa caratteristica risulta anche utile, e viene sfruttata in vari modi. Abbiamo già fatto l'esempio della stufa elettrica che produce calore, e della lampadina, dove la temperatura raggiunta dal filo è così alta che il filo stesso diventa incandescente ed emette luce.

La seconda legge di Ohm

La seconda legge di Ohm si applica nel caso in cui in conduttore sia un filo metallico, caratterizzato da una lunghezza l e una sezione trasversale di area A ; la legge afferma che la resistenza elettrica del filo è direttamente proporzionale alla sua lunghezza e inversamente proporzionale alla sua area trasversale. La resistenza, inoltre, dipende da una costante, chiamata resistività:

$$R = \rho \cdot l / A$$

La seconda legge di Ohm è valida solo nel caso in cui la corrente elettrica sia distribuita in modo uniforme nella sezione del conduttore, cioè nel caso di corrente elettrica continua.

La resistività dipende solitamente dal materiale di cui è costituito il filo conduttore, e dalla temperatura a cui si trova; essa viene anche definita come l'attitudine di un materiale ad opporre resistenza al passaggio delle cariche elettriche.

Resistività e conducibilità di un materiale

La resistività di misura in $\Omega \cdot m$, e spesso è un buon indice per stabilire il grado di conducibilità elettrica di un certo materiale.

Per valori della resistività compresi tra $10^{-8} \Omega \cdot m$ e $10^{-5} \Omega \cdot m$ si parla di buoni conduttori di elettricità, mentre per valori molto elevati, che superano $10^{11} \Omega \cdot m$, si parla di buoni isolanti.

Vi sono, poi, dei materiali che presentano caratteristiche intermedie, e per questo vengono definiti semiconduttori.

Una caratteristica dei buoni conduttori è il fatto che la resistività aumenta con l'aumentare della temperatura.

Si può dimostrare sperimentalmente che sussiste la seguente relazione:

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha_0 T)$$

dove si indica con ρ la resistività del conduttore alla temperatura T , mentre con ρ_0 la sua resistività alla temperatura di 0°C ; il coefficiente α_0 si definisce coefficiente di temperatura della resistività relativo alla temperatura di 0°C .

Per altri tipi di materiali, l'aumento della temperatura genera altri effetti; ad esempio, per i semiconduttori la resistività diminuisce all'aumentare della temperatura.

Per un'altra categoria di materiali, invece, la diminuzione della temperatura, fino al raggiungimento della temperatura critica, fa sì che la resistività diminuisca fino a raggiungere valori praticamente nulli; questi tipi di materiali vengono definiti superconduttori.

Una delle caratteristiche più importanti dei superconduttori è il fatto che in essi non avviene l'effetto Joule, in quanto se la resistività è nulla, si annulla anche la resistenza. Gli elettroni che formano la corrente elettrica, una volta messi in moto, continuano a muoversi anche se non è presente alcun generatore, e possono continuare a circolare anche per lunghe distanze senza disperdere energia.

Esercizio

Consideriamo un filo conduttore di rame lungo 92 cm, con un diametro di 0,18 mm, collegato ad un generatore di tensione che mantiene una differenza di potenziale di 1,2 V. È noto che il rame ha una resistività pari a $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$; calcolare l'intensità della corrente elettrica anche attraverso il filo.

Per risolvere il problema possiamo utilizzare la seconda legge di Ohm, e determinare così la resistenza del conduttore.

I dati che ci occorrono sono: la lunghezza del filo, che espressa in metri vale 0,92 m, la resistività, fornita dal problema, e l'area della sezione trasversale. Supponendo che il filo abbiamo una forma circolare, e avendo il diametro di tale sezione, possiamo determinare la sua area:

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot (0,182 \text{ mm})^2 = \pi \cdot (0,09 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = 0,025 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

A questo punto abbiamo tutti i dati necessari per applicare la seconda legge di Ohm e determinare la resistenza:

$$R = \rho \cdot l / A = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \cdot 0,92 \text{ m} / 0,025 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 62,56 \cdot 10^{-2} \Omega$$

Possiamo calcolare ora l'intensità di corrente che attraversa il conduttore come rapporto della differenza di potenziale ai suoi capi sulla resistenza:

$$i = \Delta V / R = 1,2 \text{ V} / 62,56 \Omega = 1,92 \text{ A}$$