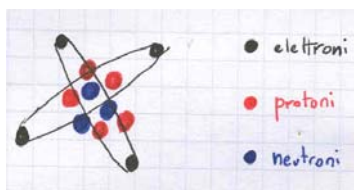


## L'atomo

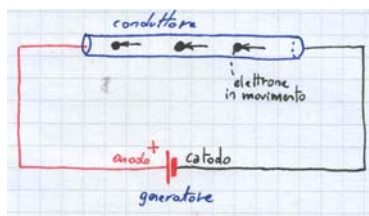
Ogni materiale conosciuto è composto da **atomi**. La conoscenza di base della struttura atomica è basilare per la conoscenza dei fenomeni elettrici e verrà qui riassunta brevemente. Un atomo è sostanzialmente composto da un **nucleo** di base attorno al quale ruotano a velocità elevatissime particelle di carica negativa chiamate **elettroni**. Il nucleo atomico è a sua volta costituito da particelle di carica positiva dette protoni e di altre a carica elettrica neutra dette **neutroni**.



Un atomo si trova normalmente in una situazione elettrica normalmente neutra, poichè il numero delle sue cariche negative eguaglia quello delle cariche positive. Modificando il numero degli elettroni in orbita intorno al nucleo, è però possibile **elettrizzare** un atomo facendo di esso uno **ione**. Uno ione negativo ha uno o più elettroni aggiunti in orbita, mentre uno ione positivo ne ha uno o alcuni di meno.

## Che cos'è la corrente elettrica

La **corrente elettrica** si forma quando in un determinato materiale denominato conduttore si ha uno spostamento di elettroni lungo di esso. Questo accade quando al conduttore viene applicata una **differenza di potenziale** o **tensione elettrica V**, ovvero ai due estremi di esso vi è una differenza di carica elettrica tale da determinare lo scorrimento di elettroni verso la zona con carica più positiva. In pratica gli elettroni vengono attirati dal punto a potenziale più positivo e scorrono lungo tutto il conduttore dando effetto ad una corrente elettrica. La corrente elettrica che scorre in un conduttore è quindi una conseguenza dell'applicazione di una ddp ai capi del conduttore stesso. Il punto a potenziale più positivo viene chiamato **anodo** o **polo positivo**, quello a potenziale più negativo viene chiamato **catodo** o **polo negativo**. Nella figura è introdotto il simbolo del **generatore di tensione**, responsabile di creare la differenza di potenziale ai capi del conduttore. Si noti che in realtà, per convenzione, il verso di circolazione della corrente è rappresentato uscente dall'anodo di un generatore, quindi l'opposto della reale circolazione degli elettroni.



La tensione elettrica ai capi di un ramo di un circuito viene misurata in **Volt (V)**. Essendo, come già detto, la differenza di potenziale tra due punti, se ad esempio il punto A presenta 12V di potenziale rispetto al punto B, significa che la differenza di potenziale tra A e B è 12V, quindi  $V_{ab} = 12V$ .

In ogni dato punto del circuito attraversato da corrente elettrica si ha un certo numero di elettroni in transito e questo determina una sorta di **carica elettrica** in movimento. La carica elettrica **Q** si misura in **Coulomb (C)** ed è determinabile mediante la relazione:

$$Q = n \cdot e$$

dove **n** è il numero di elettroni in transito nella sezione del filo e **e** è la carica elettrica di un singolo elettrone ( $1.6 \cdot 10^{-19}C$ ).

La quantità di carica elettrica rapportata all'unità di tempo è un importante indice nelle misure elettriche e si chiama **intensità di corrente I** e si misura in **Ampere (A)**. Si ha quindi:

$$I = Q / t [1]$$

dove **t** è il tempo in secondi.

Non tutti i materiali si lasciano agevolmente attraversare dalla corrente elettrica; questo significa che in determinate condizioni un materiale può comportarsi più da **conduttore** che da **isolante** o viceversa. In particolare si definisce **resistenza elettrica R** la proprietà di un materiale ad opporsi ad un passaggio di corrente elettrica. La resistenza elettrica di un materiale varia a seconda della sua geometria, in particolare della **lunghezza attiva l** e della sua **sezione s**, in base ad un coefficiente caratteristico di ogni materiale chiamato **resistività elettrica ro**; la resistività è un indice di quanto un materiale è atto a condurre corrente elettrica, quindi a comportarsi più o meno da conduttore o da isolante nei confronti di essa. Tanto più alto è il suo valore, tanto più il materiale si comporta da isolante. Inoltre la resistività elettrica è funzione della temperatura a cui si trova il conduttore. In particolare per i conduttori cresce all'aumentare della temperatura, mentre per gli isolanti diminuisce all'aumentare di essa. Ciò significa che ad un aumento di temperatura i conduttori diventano sempre meno efficienti e gli isolanti tendono a diminuire le loro proprietà dielettriche.

I parametri sopracitati sono relazionati dalla:

$$R = r_o \cdot l / s [2]$$

che ci permette di calcolare la resistenza di un conduttore, nota la sua resistività, la sua lunghezza e la sua sezione.

L'unità di misura della resistenza elettrica è l'**Ohm** che si indica con il simbolo omega.

L'inverso della resistenza elettrica viene definito conduttanza e la sua unità di misura si chiama **Mho** oppure **Siemens (S)**.

### La Legge Di Ohm

Le grandezze V, I ed R sono, come intuibile, legate strettamente tra di loro secondo un legame ben definito; si viene così ad introdurre la **legge di ohm**:

$$V = R * I \quad [3]$$

che è una legge fondamentale nell'elettrotecnica e conseguentemente in elettronica.

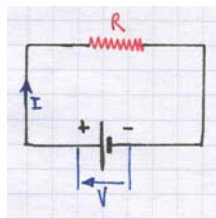
La [3] ci dice che la differenza di potenziale V che si forma ai capi di una resistenza R è direttamente proporzionale all'intensità di corrente che attraversa la resistenza R ed al valore della resistenza stessa.

Le due forme derivate:

$$I = V / R \quad [3a] \text{ e } R = V / I \quad [3b]$$

ci indicano rispettivamente che:

- la corrente circolante in un circuito o in un ramo di esso è direttamente proporzionale alla tensione applicata ad esso e inversamente proporzionale al valore di resistenza incontrata dalla corrente in quel circuito
- la resistenza di un circuito è determinata dal rapporto tra la differenza di potenziale applicata ad esso ed il valore di corrente circolante in esso



Si definisce **cortocircuito** un ramo o un circuito in cui la resistenza è di valore nullo.

Il termine cortocircuito non ha sempre accezioni negative, come si potrebbe essere portati a credere; resta rilevante il fatto che secondo la 3a, se la resistenza di un circuito tende a 0, la corrente che lo attraversa tende a valori infiniti, nella pratica valori molto alti, che se non correttamente controllati possono creare surriscaldamenti e condizioni pericolose.

### La potenza elettrica

Anche nel campo elettrico è lecito parlare di energia e lavoro compiuto e come in tutti gli altri campi della fisica anche qui si parla di **Joule (J)**. Allo stesso modo della meccanica, anche in campo elettrotecnico si parla di potenza espressa come lavoro compiuto nell'unità di tempo, secondo la relazione

$$P = E / t \quad [4]$$

L'unità di misura della potenza elettrica è il **Watt (W)**.

Nei circuiti a corrente continua di cui abbiamo iniziato a parlare la potenza elettrica si può calcolare con la:

$$P = V * I \quad [5]$$

oppure integrando la [5] con la legge di ohm

$$P = I^2 * R \quad [5a] \text{ e } P = V^2 / R \quad [5b]$$

La 5a ci comunica una cosa molto importante: che la potenza dissipata su un carico è proporzionale al quadrato della corrente circolante in essa.

E' da sottolineare che in un conduttore vi è un movimento naturale di elettroni che dipende dalla temperatura a cui si trova il materiale e tale movimento è denominato **agitazione termica**. Durante la circolazione di corrente, gli elettroni in movimento si scontrano con questi elettroni in movimento naturale e si ha l'aumento di temperatura nel materiale, secondo un fenomeno chiamato **effetto Joule**. La circolazione di corrente in un conduttore è quindi causa di aumento di temperatura del conduttore stesso. In particolare in una resistenza la potenza, vista come prodotto tensione corrente, viene dissipata sotto forma di calore proprio per l'effetto Joule.

Il riscaldamento di un conduttore per correnti elevate può essere causa di temperature troppo elevate e fusione del conduttore stesso, con conseguenti rischi di incendio elettrico, in particolare, se non esistono protezioni adeguate che controllino la corrente circolante. Ecco perchè se un'apparecchiatura elettrica presenta condizioni di cortocircuito o comunque origina un sovraccarico, può comportare il surriscaldamento dei cavi che la alimentano. L'aumento della temperatura in un conduttore dipende dal tipo materiale impiegato, dalla corrente circolante, ma anche dalla sezione del conduttore. Si definisce a proposito il parametro **densità di corrente**  $\Delta$  che viene espresso come un rapporto tra la corrente circolante e la sezione del conduttore:

$$\Delta = I / S \quad [A/m^2]$$

Molto più comunemente la densità di corrente si esprime in **A/mm<sup>2</sup>**. Per conduttori in rame di sezioni limitate (fino a 50mm<sup>2</sup>) si può dimensionare le linee non oltrepassando densità di corrente di 4 o 5 A/mm<sup>2</sup>. Per conduttori con sezioni molto grandi è conveniente ridurre la densità a mano a mano che si cresce con la sezione.

### **Test di verifica**

#### **Esercizio 1-1**

In una sezione di conduttore, in un intervallo di tempo di 2 secondi, transita una carica elettrica di 10C. Quale intensità di corrente attraversa il conduttore? ([soluzione](#))

#### **Esercizio 1-2**

Un filo di conduttore è lungo 10 metri, realizzato in rame (resistività del materiale è pari a 0.017 ohm\*mm<sup>2</sup>/m) e la sua sezione è pari a 2.5mm<sup>2</sup>; calcolare la sua resistenza. Quanto vale invece la sua conduttanza? ([soluzione](#))

#### **Esercizio 1-3**

Una resistenza elettrica di valore 200Ohm è attraversata da un'intensità di corrente pari a 2A; quanto vale la tensione ai suoi capi? Se la tensione ai suoi capi cambia valore e diviene pari a 100V, quanto sarà la nuova corrente circolante nella resistenza? ([soluzione](#))

#### **Esercizio 1-4**

Nell'esercizio precedente quanto dissipa la resistenza in potenza per effetto Joule in entrambi i casi? Supponendo che la resistenza sia alimentata per 10 minuti a quanto ammonta l'energia dissipata sotto forma di calore nei due casi? ([soluzione](#))

#### **Esercizio 1-5**

Un conduttore deve essere attraversato da una corrente massima di 5A; come dimensioneresti la sua sezione? Nel caso che la linea debba successivamente portare una corrente nominale di 10A è consigliabile sostituire il conduttore con uno di sezione maggiore? ([soluzione](#))



*prossimo capitolo*



*torna alla pagina dell'elettronica*

);/-->

1-4

La potenza dissipata è determinabile mediante:

$$P = I^2 R = 2^2 \cdot 20 = \underline{80W}$$

$$\text{e } P' = I'^2 R = 5^2 \cdot 20 = \underline{500W}$$

L'energia è determinabile mediante

$$E = P \cdot t = 80 \cdot (10 \cdot 60) = \underline{48 \text{ kJ}}$$

$$E' = P' \cdot t = 500 \cdot (10 \cdot 60) = \underline{300 \text{ kJ}}$$

1-3

La tensione ai capi della resistenza si determina mediante la legge di Ohm:

$$V = R \cdot I = 20 \cdot 2 = \underline{40 \text{ Volt}}$$

Quando la tensione vale  $V' = 100V$ , la nuova corrente circolante vale:

$$I' = \frac{V'}{R} = \frac{100}{20} = \underline{5A}$$

1-2

La resistenza  $R$  si determina mediante la:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,017 \cdot \frac{10}{2,5} = \underline{0.068 \Omega}$$

1-1

La corrente circolante vale  $I = \frac{Q}{t} = \frac{10}{2} = \underline{5 A}$

1-5

Considerando una densità di corrente di  $5 \text{ A/mm}^2$  si dimensiona la sezione

$$S = \frac{5}{5} = \underline{1 \text{ mm}^2}$$

Portando la corrente a  $10 \text{ A}$  si avrebbe una nuova densità di corrente pari a:

$$\Delta = \frac{10}{1} = 10 \text{ A/mm}^2$$

che potrebbe risultare eccessiva; si deve quindi raddoppiare la dimensione del conduttore; la scelta commerciale è  $S' = \underline{2,5 \text{ mm}^2}$