

# ELETTRONI IN MOVIMENTO

*Molte discipline scientifiche come l'elettronica sono strettamente legate all'elettricità, una tra le più affascinanti e misteriose proprietà della materia.*

**C**he cos'hanno in comune un fulmine e un circuito elettronico? Sebbene in apparenza possano sembrare totalmente slegati, entrambi hanno a che fare con l'elettricità. Dare una definizione semplice e precisa di cosa sia l'elettricità non è facile, possiamo però affermare che essa è una proprietà fondamentale della materia che si esprime mediante fenomeni di attrazione e di repulsione tra **cariche elettriche**. In natura esistono due diversi tipi di cariche elettriche: positive e negative. Cariche dello stesso segno si respingono, mentre cariche di segno opposto si attraggono. L'unità di misura della carica nel Sistema Internazionale è il coulomb (C), che può assumere sia valori positivi sia negativi. Un circuito elettronico è formato

da diversi elementi, come resistori e fili conduttori, all'interno dei quali scorre una certa corrente elettrica. Quest'ultima altro non è che un moto di cariche. Per avere un'idea più chiara di questi concetti è opportuno fare un accenno alla struttura della materia.

## ISOLANTI E CONDUTTORI >>>

La materia è formata da **atomi**, ossia particelle di dimensioni infinitesimali costituite da un nucleo centrale (formato da **neutroni** e **protoni**) intorno al quale ruotano, ad altissima velocità, gli **elettroni**. I protoni

sono dotati di carica positiva, gli elettroni negativa. I neutroni, invece, non possiedono alcuna carica. La carica elettrica dell'elettrone e del protone ha pari valore ma segno opposto:  $-1,6 \times 10^{-19}$  coulomb l'elettrone,  $1,6 \times 10^{-19}$  coulomb il protone. In genere un atomo è composto da un uguale numero di protoni ed elettroni: per questo motivo la sua carica elettrica risulta complessivamente neutra, in virtù del bilanciamento di cariche di segno contrario. Inoltre l'opposto valore di carica tra protoni ed elettroni genera una **forza attrattiva** che impedisce a questi ultimi di 'sfuggire' dall'atomo. La meccanica quantistica ha rivisto il modello atomico appena descritto, precisando che gli elettroni non percorrono orbite

**C** i fenomeni che governano i circuiti elettronici, dai più semplici ai più complessi (come quello nella foto), sono riconducibili all'elettricità.



ben precise, bensì 'vibrano' intorno al nucleo occupando porzioni di spazio definite 'orbitali' o 'gusci'. Senza entrare troppo nei dettagli, ai fini della nostra trattazione basta sapere che in alcuni materiali, definiti **conduttori**,

di origine, venendo 'catturato' da uno degli atomi adiacenti. Questo provoca una sorta di **effetto a catena**: l'atomo



'derubato' può catturare un elettrone da un atomo vicino, e così via. Si genera quindi un **flusso di cariche** elettriche (più precisamente di elettroni). I metalli, ad esempio il rame, sono ottimi conduttori. In altri materiali, invece, come

gli elettroni che si trovano più distanti dal nucleo sono soggetti a una forza attrattiva non molto

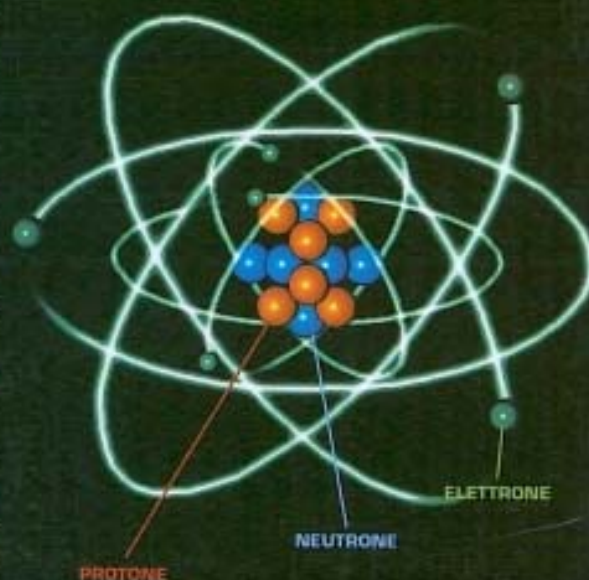
☞ *La corrente elettrica che circola in un conduttore è costituita da un moto di cariche elettriche (elettroni).*

#### CORRENTE E TENSIONE >>>

Quando un conduttore è attraversato dal passaggio di cariche, si dice che in esso scorre una corrente elettrica. La grandezza fisica

#### LE FORZE NUCLEARI >>>

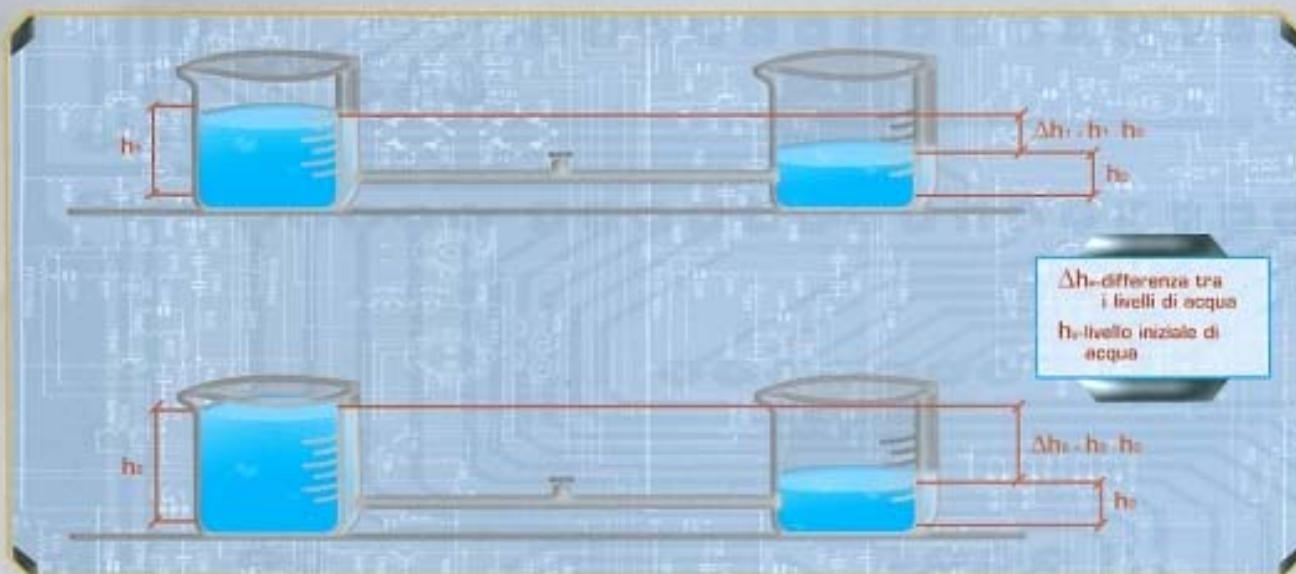
Abbiamo affermato nel testo che cariche elettriche di segno opposto si attraggono, mentre cariche di segno uguale si respingono. Per questo motivo gli elettroni risentono di una forza attrattiva, chiamata **interazione nucleare debole**, che li attrae verso il nucleo, impedendogli di 'sfuggire' dall'atomo. Un po' come accade alla Terra che ruota intorno al Sole e subisce la forza di gravità esercitata da quest'ultimo. Ma se cariche di segno uguale si respingono, per quale motivo i protoni presenti nel nucleo restano uniti, avendo tutti carica positiva? La risposta ci viene fornita dalla fisica. In natura esiste un'ulteriore forza, detta **interazione nucleare forte**, che lega i protoni tra loro. Tale forza, però, diminuisce molto rapidamente con l'aumentare della distanza (circa 100 volte al raddoppiare di quest'ultima). Tuttavia i protoni sono generalmente molto vicini tra loro e per questo motivo l'interazione nucleare forte riesce a 'sconfiggere' l'interazione nucleare debole, impedendo al nucleo di disgregarsi.



intensa, tanto che in particolari condizioni è possibile spezzare questo legame e far sì che l'elettrone si allontani dall'atomo

il vetro, il legame tra nucleo ed elettroni non può essere spezzato con facilità. Materiali di questo tipo sono detti **isolanti**.

che descrive questo fenomeno è chiamata **intensità di corrente**, e definisce la quantità di carica che attraversa la sezione



Un sistema idraulico è molto utile per descrivere corrente e tensione. Maggiore è la differenza tra i livelli di liquido dei serbatoi comunicanti (tensione), maggiore è la portata di acqua all'apertura del rubinetto (corrente).

del conduttore nell'unità di tempo. La sua unità di misura nel Sistema Internazionale è l'ampere (A). Affinché in un conduttore circoli corrente, è necessario che i suoi estremi siano a una diversa **tensione** (o **potenziale elettrico**). Quest'ultima si misura in volt (V). Un paragone con un sistema idraulico ci può aiutare a chiarire i principi appena illustrati. Supponiamo di avere un serbatoio d'acqua collegato a un altro serbatoio, per mezzo di un tubo. Immaginiamo che il livello dell'acqua presente nel primo serbatoio sia maggiore rispetto al secondo e che il tubo che li collega sia dotato di una valvola che impedisce il passaggio dell'acqua. Se apriamo la valvola, l'acqua

(corrente) scorre attraverso il tubo (conduttore), dal serbatoio con più acqua (a potenziale elettrico maggiore) a quello dove ce n'è meno (a potenziale elettrico minore). Maggiore è la differenza di livello tra i due serbatoi, più intenso è il flusso di acqua che scorre nel tubo. Nei circuiti elettrici la corrente è generata tramite appositi dispositivi, come **batterie elettriche** o pannelli solari, che riescono a 'mettere in moto' le cariche elettriche sfruttando diversi fenomeni fisici. Tali elementi sono caratterizzati da due elettrodi, o **poli**, a diverso potenziale elettrico. Al polo avente minore potenziale viene assegnato segno negativo (-), all'altro segno positivo (+). Se colleghiamo i due poli mediante un conduttore, ad esempio tramite un filo di rame, gli elettroni circolano

La prima storica pila, creata dallo scienziato italiano Alessandro Volta, sfrutta principi elettrochimici per trasformare l'energia chimica in energia elettrica.

da quello negativo a quello positivo. Tuttavia, per convenzione storica, alla corrente è attribuito il verso di percorrenza opposto, dal polo positivo a quello negativo. Tramite appositi strumenti, chiamati **tester**, è possibile misurare la corrente elettrica che circola in un circuito e la differenza di potenziale tra due suoi punti qualsiasi.



# F O C U S O N

## IL TESTER ▶▶▶

Il **tester** (o **multimetro**) è il primo strumento tecnico con cui inizieremo a familiarizzare.

Attraverso esso ci sarà possibile effettuare **misure** di grandezze fisiche in ambito elettrico ed elettronico come valori di tensione, intensità di corrente, resistenza e molto altro.

Ne esistono di innumerevoli tipi, adatti sia per l'utenza domestica e hobbistica (come quello nella foto a destra) che per quella professionale (foto in basso). Il prezzo, ovviamente, si adegua di conseguenza variando da pochi euro a diverse centinaia. I multimetri possono essere di tipo analogico, nei quali le misure sono visualizzate da un ago che si muove su una scala graduata, o di tipo digitale, dove sono mostrate attraverso un **display** (1) a cristalli liquidi o a LED. Tutti quanti, però, hanno alcuni elementi comuni. Innanzitutto la presenza di **due sonde** (2). La prima è normalmente di colore nero

e viene posta sulla massa di riferimento (ad esempio il polo negativo di una pila). L'altra, invece, è rossa e viene messa a contatto con il punto su cui si vuole effettuare la misura (ad esempio il polo positivo

della batteria o un qualsiasi nodo del circuito). Vi è poi un **selettore** (3) che permette di impostare il tipo di misura che si vuole rilevare e la scala da applicare. La struttura del selettore differisce da modello a modello e varia dalle semplici ghiere meccaniche rotanti alle più tecnologiche tastiere digitali. Alcuni tester possono essere dotati di **socket** (4) e modalità di analisi che consentono misure speciali, quali il fattore di amplificazione dei transistor, la tensione di caduta dei diodi o, ancora, la capacità dei condensatori. Nel corso dell'opera inizieremo a conoscere anche queste grandezze e il multimetro sarà uno dei nostri principali alleati nell'utilizzo pratico dei componenti a esse associati.



## STEP by STEP

## MISURARE LE TENSIONI ▶▶



**1** Proviamo ora a misurare una tensione con il nostro tester. Per prima cosa procuriamoci alcune batterie (le classiche pile stilo formato AA vanno benissimo). Impostiamo il tester per la misura di una tensione in corrente continua. Nel nostro caso abbiamo ruotato la ghiera di selezione in posizione per la lettura di valori di tensione inferiori ai 20 volt.

Prendiamo ora una delle pile stilo e mettiamo in contatto le sonde con i due poli come mostrato nella foto (la sonda nera con il polo negativo, quella rossa con quello positivo). Leggiamo ora sul display la misura che ci viene comunicata. In caso di pila carica dovrebbe aggirarsi attorno agli 1,5 V (poco meno nel caso si usino pile ricaricabili).



**3** Ora avviciniamo due batterie e mettiamo a contatto i loro poli in modo da porle in serie (il polo positivo della prima a contatto con quello negativo della seconda). Rieffettuiamo la misura come mostrato in foto. Osserveremo che la tensione rilevata sarà circa pari alla somma delle tensioni delle singole pile. Abbiamo verificato che mettendo in serie più generatori di tensione (le batterie) le differenze di potenziale si sommano.