

CHE COSA E' L'ELETTROTECNICA

L'elettrotecnica può essere definita come l'insieme delle applicazioni concrete dei fenomeni elettrici.

Rientrano in queste applicazioni gli impianti e gli utilizzatori di grande potenza, come le centrali elettriche, le macchine elettriche (alternatore, motore elettrico, trasformatore), gli impianti elettrici civili e industriali, gli elettrodomestici (scaldabagno, ferro da stiro, lavatrice, ecc.).

Classificazione dei Prodotti Elettrici

I prodotti elettrici si possono classificare come nel seguente schema:

1. Macchine

- a) **Generatori di corrente (alternatori, dinamo, accumulatori)**
- b) **Motori**

2. Strumenti

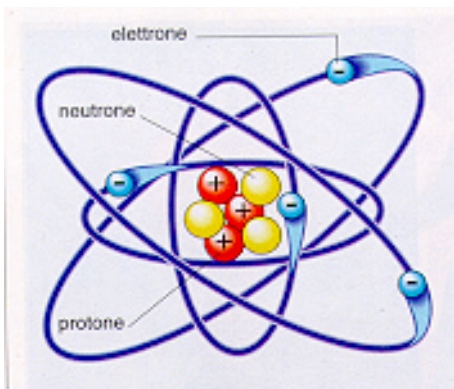
- a) **Contatore**
- b) **Amperometro**
- c) **Voltmetro**
- d) **Ecc.**

3. Utilizzatori

- a) **Lampade**
- b) **Elettrodomestici**
- c) **Ecc.**

L'Elettricità

Per capire che cosa è l'elettricità bisogna partire dalla struttura profonda della materia sino alla più piccola unità fondamentale: **l'atomo**. L'atomo è costituito dal nucleo

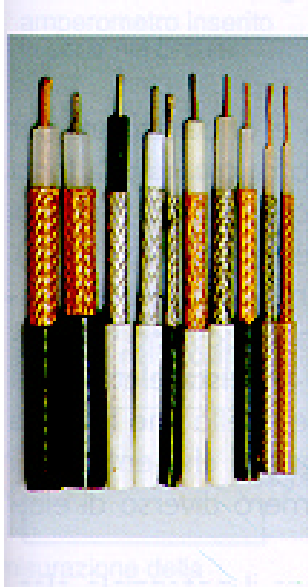


(composto di protoni e neutroni), intorno al quale ruotano gli elettroni. Gli elettroni hanno carica elettrica negativa e i protoni hanno carica elettrica positiva. Come noto **cariche elettriche dello stesso segno si respingono e cariche elettriche di segno opposto si attraggono** per cui gli elettroni tendono a mantenersi in prossimità del proprio nucleo. Inoltre in genere il numero di protoni e il numero di elettroni presenti in un atomo è uguale per cui l'atomo è neutro.

La corrente elettrica è un flusso di cariche elettriche in un circuito elettrico. In particolare sono gli elettroni che si spostano lungo i cavi di un circuito elettrico perché sono molti più leggeri dei protoni presenti nel nucleo dell'atomo.

Materiali Conduttori e Isolanti

Rispetto all'elettricità tutti i materiali possono essere suddivisi in due grandi categorie: buoni conduttori e isolanti.



I **buoni conduttori** di elettricità sono in genere tutti i metalli come il rame, l'argento, l'oro, l'ottone ecc. Sono inoltre buoni conduttori la grafite e l'acqua. Questi lasciano scorrere liberamente l'elettricità (cioè gli elettroni) in modo analogo a un tubo lascia scorrere l'acqua offrendo con poco o nulla attrito. In generale tutti i cavi elettrici impiegati in elettrotecnica hanno un'anima metallica in rame.

Gli **isolanti** mentre i secondi, come la plastica e la gomma, non lasciano passare l'elettricità. Sono isolanti di elettricità tutti i materiali non metallici. I migliori isolanti sono la plastica, il vetro, la gomma e la porcellana. Anche l'aria è un ottimo isolante.

Inoltre esiste una categoria intermedia di materiali, chiamata **cattivi conduttori** che pur facendo passare elettricità, offrono una certa resistenza, un certo attrito al passaggio di elettroni. Anche questi vengono anch'essi impiegati nei circuiti elettrici proprio per questa loro capacità di frenare il flusso di elettroni.

Il Circuito Elettrico

Il circuito elettrico è il percorso chiuso nel quale si muovono gli elettroni. I suoi elementi principali sono: il generatore, i conduttori, l'utilizzatore e l'interruttore.

Il generatore ha la funzione di produrre elettricità. Sono generatori la pila, la dinamo, l'alternatore, le celle fotovoltaiche (dette anche pile solari) ecc.

I **conduttori**, chiamati anche cavi, hanno il compito di trasportare l'elettricità. In genere sono fili metallici ricoperti da un materiale isolante.

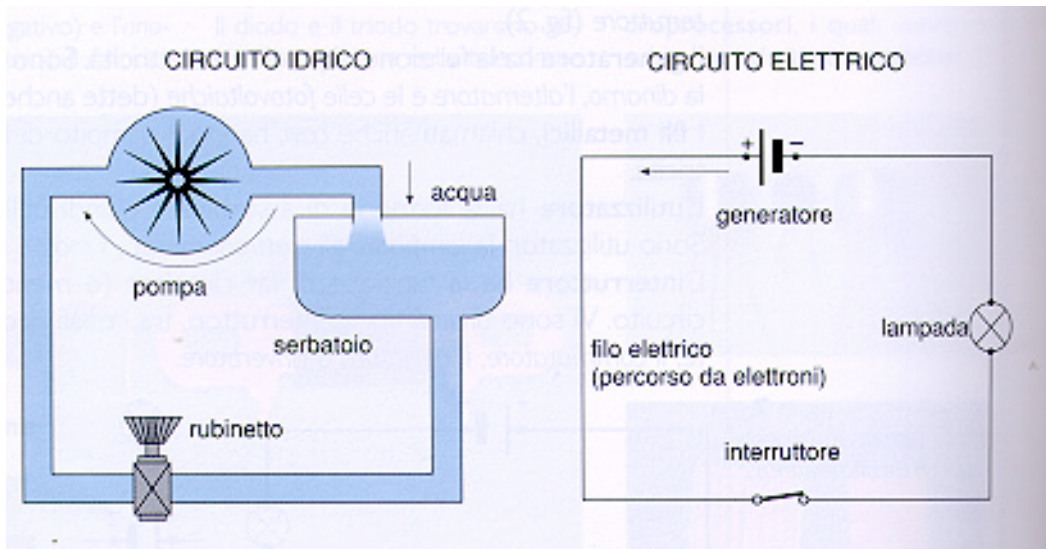
L'utilizzatore ha la funzione di assorbire e quindi utilizzare l'elettricità. Sono utilizzatori la lampade, gli elettrodomestici, i motori elettrici, ecc.

L'interruttore ha la funzione di far circolare (o meno) l'elettricità nel circuito. Vi sono diversi tipi di interruttori, tra i quali ricordiamo il pulsante, il commutatore, il deviatore e l'invertitore.

Gli elettroni si muovono in un circuito elettrico per effetto di una forza elettrica fornita dal generatore di corrente. In particolare un generatore ha sempre due morsetti elettrici (detti poli) nel quale nel polo positivo (+) è presente un eccesso di cariche positive (ovvero mancano elettroni negativi), mentre in quello negativo (-) è presente un eccesso di cariche negative (ci sono troppi elettroni). Questo eccesso di

cariche prende il nome di **differenza di potenziale** o **tensione** ed è la principale grandezza elettrica misurata in **Volt**. E' evidente che se c'è un dislivello di cariche elettriche tra i due poli di un generatore e se il circuito elettrico è **chiuso**, cioè se l'interruttore non interrompe i conduttori elettrici, queste cariche elettriche si precipiteranno lungo i conduttori per ristabilire l'equilibrio.

Si può fare un'analogia tra il circuito elettrico e quello idrico. La corrente elettrica si muove nei cavi di rame come l'acqua nella tubazione del circuito idrico. In particolare: la tubazione è paragonabile ai cavi del circuito, la pompa al generatore (pila), il rubinetto all'interruttore, il serbatoio alla lampada e l'acqua agli elettroni.



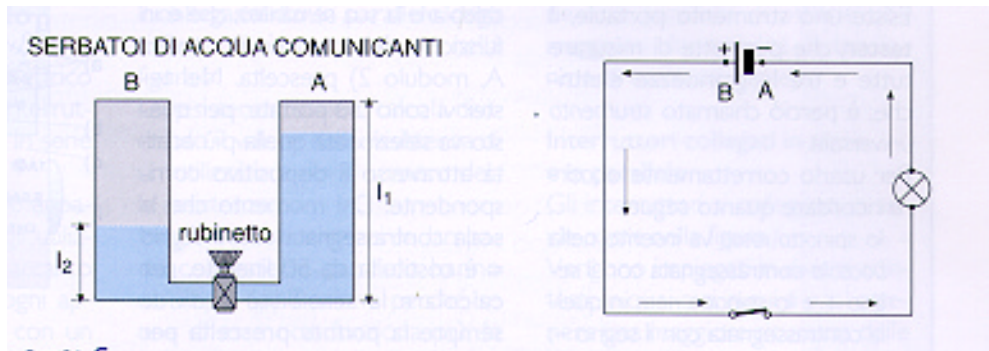
L'unica differenza tra il circuito elettrico e quello idraulico, è che mentre nel primo l'interruttore deve essere chiuso perché possa passare elettricità, nel secondo il rubinetto deve essere aperto affinché possa passare l'acqua.

Grandezze Elettriche

Le principali Grandezze Elettriche sono:

L'intensità di corrente elettrica cioè la quantità di elettroni che si muovono nel circuito in un certo tempo. Il simbolo dell'intensità di corrente è I e la sua unità di misura è l'Ampere (A).

La tensione elettrica. La differenza di quantità di elettroni tra un polo e l'altro di un generatore si chiama differenza di potenziale o tensione elettrica. Questa differenza di potenziale fa nascere la forza che mette in movimento gli elettroni lungo il circuito. Il simbolo della tensione è V e l'unità di misura è il Volt (V).



Possiamo paragonare il potenziale elettrico dei poli alla quantità di acqua contenuto in due serbatoi tra loro comunicati ma separati da un rubinetto. L'acqua del serbatoio A è paragonabile al potenziale del polo negativo e quello del serbatoio B al potenziale del polo positivo. Quando il rubinetto si apre, avviene uno scorrimento di acqua tra il recipiente A e il recipiente B fin tanto che il livello l_1 , è maggiore di l_2 . Nel circuito elettrico il movimento degli elettroni si mantiene fin tanto che il potenziale del polo negativo è maggiore di quello positivo.

La resistenza elettrica. Gli elettroni, muovendosi nel circuito elettrico, non scorrono del tutto liberamente nei conduttori ma incontrano una certa resistenza. Questa resistenza dipende dal tipo di materiale di cui è fatto il conduttore, dalla sezione del conduttore (cavi sottili hanno una resistenza maggiore di cavi grossi) e dalla lunghezza (cavi lunghi hanno una resistenza maggiore di cavi corti).

Si definisce resistenza elettrica l'ostacolo che si oppone al passaggio degli elettroni nel circuito. L'ostacolo è rappresentato dalla presenza di altri elettroni e dagli urti con gli atomi dei materiali di cui sono costituiti gli elementi del circuito. Il simbolo della resistenza elettrica è R e la sua unità di misura è l'Ohm (Ω).

La legge di Ohm

La legge di Ohm mette in relazione le tre grandezze elettriche fondamentali e cioè **l'intensità di corrente elettrica**, la **tensione** e la **resistenza elettrica**. Tale relazione afferma che **l'intensità di corrente elettrico che percorre un circuito elettrico è direttamente proporzionale alla tensione e inversamente proporzionale alla resistenza del circuito**. Ciò significa che aumentando la tensione aumenta anche la corrente elettrica mentre aumentando la resistenza diminuisce la corrente elettrica. Se indichiamo con V la tensione elettrica (in Volt, V), R la resistenza (in ohm, O) e con I l'intensità di corrente (in Ampere, A) si ha:

$$I = \frac{V}{R}$$

E le relative formule inverse:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{e} \quad V = R \times I$$

La legge di Ohm consente di calcolare una delle tre grandezze elettriche conoscendo il valore delle altre due. Ad esempio, se la tensione della pila è 4,5 V e la resistenza del circuito è 10 O, l'intensità di corrente è:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{4,5}{10} = 0,45 \text{ A}$$

Corrente Continua e Corrente Alternata

La corrente erogata dai generatori può essere continua alternata.

Si ha la **corrente continua** quando gli elettroni percorrono il circuito nello stesso senso e con la stessa intensità. Essa viene fornita dalle pile, dagli accumulatori e dalle dinamo.

Si ha la **corrente alternata** quando la sua intensità è variabile nel tempo: parte da un valore nullo, raggiunge un valore massimo positivo, ritorna a zero, assume un valore massimo negativo, ritorna ancora a zero e così via per molte volte al secondo. Questo tipo di corrente fa funzionare gli elettrodomestici delle nostre case, le macchine utensili delle fabbriche, ecc. La corrente alternata viene prodotta dagli alternatori.

Il tempo impiegato dalla corrente a completare un ciclo si chiama periodo, mentre il numero dei cicli compiuti al secondo si chiama frequenze, la cui unità di misura è **l'Hertz (Hz)**.

La corrente alternata che si utilizza nelle case in Italia è a 220V e 50 Hz. Quindi il polo positivo e il polo negativo si invertono 50 volte al secondo e la tensione media è 220 Volt (difatti varia da 0 ad un massimo di 380 Volt).

Potenza ed Energia Elettrica

Gli utilizzatori di corrente elettrica riportano su una "targhetta" posta all'esterno le

loro caratteristiche:

- La tensione (espressa in volt);
- la potenza (espressa in watt);
- la frequenza (espressa in hertz); non è sempre presente.

Su una lampada, ad esempio, si può leggere: 60 W e 220 V. Ciò significa che la sua potenza è di 60 W e la tensione ad essa applicata deve essere di 220 V.

Il **Watt** è l'unità di misura della potenza di un apparecchio elettrico cioè la quantità di energia elettrica consumata nell'unità di tempo (un secondo).

La potenza (P), la tensione (V) e l'intensità di corrente elettrica (I) sono legate dalla seguente relazione:

$$P = V \times I$$

e le relative formule inverse:

$$V = \frac{P}{I} \quad \text{e} \quad I = \frac{P}{V}$$

Se V è in Volt e I in Amper la potenza P calcolata è in Watt (W). Spesso nella realtà tecnologica la potenza viene espressa con i multipli del watt e cioè il Kilowatt (KW) cioè 1.000 Watt e il Megawatt (MW) cioè 1.000.000 di Watt.

In alcuni utilizzatori, come i motori elettrici, la potenza è indicata talvolta in cavalli vapore, il cui simbolo è CV o HP (dall'inglese horse power, cioè potenza di un cavallo). Un cavallo-vapore corrisponde a 735,5 watt.

L'energia elettrica (E) consumata da un utilizzatore si calcola moltiplicando la potenza (P) per il tempo (t) di inserzione nel circuito:

$$E = P \times t$$

L'unità di misura dell'energia elettrica è il Wh (wattora) o il suo multiplo KWh (kilowattora) che corrisponde a 1.000 Wh.

Ad esempio un asciugacapelli che ha una potenza di 1000 Watt se lasciato acceso per un'ora consuma 1.000 Wh cioè 1 KWh.

Lo strumento che misura l'energia elettrica "consumata" dagli utilizzatori è il contatore, il quale viene installato dall'ENEL a monte di ogni impianto elettrico.

Effetti della Corrente Elettrica

Una corrente elettrica, scorrendo in un materiale conduttore, dà origine ad alcuni effetti, che trovano applicazione nei vari prodotti elettrici. Gli effetti sono: termico, luminoso, chimico e magnetico.

Effetto termico della corrente elettrica.

Come detto precedentemente, la corrente elettrica scorrendo in un conduttore urta gli atomi del conduttore stesso e fa attrito sviluppando calore. Quanta più corrente scorre nel conduttore tanto più calore viene generato.

La quantità di calore che si sviluppa nel conduttore, in seguito al passaggio della corrente elettrica, si calcola con la seguente formula dove Q è la quantità di calore, R è la resistenza del materiale conduttore, I è l'intensità di corrente elettrica, t è il tempo:

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

Dalla formula si può notare che la quantità di calore è direttamente proporzionale alla resistenza del materiale conduttore, al quadrato dell'intensità della corrente e al tempo in cui avviene il passaggio della corrente stessa nel conduttore.

Su tale effetto si basa il funzionamento di molte apparecchiature elettriche: stufe, ferri da stiro, saldatrici elettriche, forni, ecc.

Effetto luminoso.

Talvolta in un materiale avviene la trasformazione dell'energia elettrica in energia luminosa. Tale effetto trova applicazione nei vari tipi di lampade.

Le **lampade a incandescenza** sono formate da un sottile filamento di metallo (tungsteno) che si riscalda per l'effetto termico della corrente elettrica e diventa incandescente sviluppando luce. La luce emessa dipende dalla temperatura raggiunta dal filamento: più alta è la temperatura, maggiore è la sua efficienza luminosa. Per evitare la fusione (bruciatura) del filamento in presenza di aria, lo si racchiude in un'ampolla di vetro nella quale viene creato il vuoto o introdotto un gas inerte come l'azoto, o l'argon oppure il kripton.

Le **lampade a fluorescenza** o **fluorescenti** sono costituite essenzialmente da un tubo di vetro rivestito interamente da un sottile strato di polveri fluorescenti (ad esempio, silicato di cadmio). Nel tubo viene immesso un gas (es. neon o vapore di mercurio) a bassa pressione. Quando la lampada è inserita nella linea elettrica, il gas contenuto emette radiazioni ultraviolette invisibili, le quali vanno a colpire le polveri fluorescenti, dando così origine alla luce.

Rispetto alle lampade a incandescenza, "consumano" meno e durano molto di più.

L'effetto chimico della corrente elettrica

L'effetto chimico della corrente elettrica trova applicazione nel funzionamento delle pile e degli accumulatori. In particolare in questi ultimi l'energia elettrica immessa compie all'interno dell'accumulatore delle reazioni chimiche che trasformano le sostanze contenute. Successivamente l'accumulatore può restituire l'energia chimica immagazzinata sotto forma di energia elettrica e le sostanze chimiche contenute all'interno si ritrasformano in quelle di partenza.

L'effetto magnetico della corrente elettrica

Se la corrente elettrica percorre un conduttore di forma circolare (si chiama spira; più spire avvolte a forma di elica costituiscono una bobina, detta anche solenoide), genera un campo magnetico le cui linee di forza escono dal polo nord ed entrano dal polo sud, come in un magnete permanente. Il solenoide, pertanto, essendo un'elettrocalamita, ha la proprietà di attirare i corpi ferrosi. Questo fenomeno è sfruttato sia nei motori elettrici che nei generatori elettrici (dinamo, alternatore).

L'Impianto Elettrico della Casa

L'**impianto elettrico** della casa è composto dalle seguenti parti:

- il quadro di distribuzione;
- la colonna portante;
- i circuiti elettrici;
- l'impianto di messa a terra.

Il quadro di distribuzione

Rappresenta il punto di partenza di tutto l'impianto elettrico, è costituito dal contatore, dall'interruttore differenziale e dagli interruttori automatici.

Il **contatore** è uno strumento installato dall'ENEL che serve per misurare l'energia consumata in KWh sul quale viene calcolato l'importo della bolletta elettrica.

L'**interruttore differenziale**, detto anche **salvavita**, è inserito dopo ma a monte di tutto l'impianto, ed ha il compito di proteggere le persone dai contatti accidentali con le parti metalliche degli utilizzatori le quali, a causa di un cattivo isolamento, si possono trovare sotto tensione.

Gli **interruttori automatici** magnetoelettrici vengono inseriti subito dopo il salvavita. Normalmente nel quadro di distribuzione ce ne sono due, uno per l'impianto luce e l'altro per l'impianto "calore" (quello che alimenta le prese per gli elettrodomestici). Ogni "automatico" ha la funzione di proteggere l'impianto e gli utilizzatori dal fenomeno del corto circuito e dai sovraccarichi di corrente che si presentano quando nell'impianto sono inseriti troppi utilizzatori e quindi la somma delle correnti assorbite dagli stessi è superiore a quella che può circolare nell'interruttore.

La colonna portante

La colonna portante è costituita dai due cavi che partono dall'interruttore automatico e arrivano alle stanze della casa per alimentare i vari circuiti elettrici. Il collegamento tra colonna portante e circuiti avviene nelle scatole di derivazione, contenitori di plastica (di forma circolare, quadrata o rettangolare) incassati nei muri. Normalmente, in ogni stanza vi è una scatola di derivazione.

La grossezza, o meglio, la sezione dei cavi dipende dalla quantità di corrente che devono trasportare. Il rivestimento di plastica è di colori diversi. Questo accorgimento è utile per riconoscere i tipi di cavi durante l'installazione e la manutenzione dell'impianto.

Il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) prevede le seguenti colorazioni:

- marrone, grigio e nero per il conduttore di fase. La fase ha un potenziale elettrico di 220 V;
- celeste o blu per il conduttore neutro. Il neutro ha un potenziale di 0 V. Pertanto la differenza di potenziale (o tensione) tra la fase e il neutro è di 220 - 0 = 220 V;
- giallo con una linea verde longitudinale per il conduttore dell'impianto di messa a terra. Il cavo di terra ha un potenziale elettrico di 0 V, come il neutro.

La fase e il neutro costituiscono la colonna portante; essa viene inserita in tubi di plastica (sono messi sotto traccia nei muri) insieme al conduttore di terra.

La sezione dei cavi della colonna portante è superiore rispetto a quella dei singoli circuiti. Ad esempio, per l'impianto "luce" è richiesta una sezione minima di 2,5 mm mentre per l'impianto "calore" una sezione minima di 4 mm

I circuiti elettrici. I circuiti elettrici delle varie stanze sono costituiti:
per **l'impianto luce**, dalle lampade, dagli interruttori (o deviatori, invertitori, commutatori e pulsanti). Come vedremo nelle esercitazioni con i circuiti elettrici, si utilizzeranno interruttori se l'accensione della lampada deve essere pilotata da un solo punto, deviatori e invertitori se deve essere pilotata da più punti;
per **l'impianto calore**, dalle prese che alimentano gli elettrodomestici.

Impianto di messa a terra

Ha il compito di proteggere le persone da eventuali scariche elettriche prodotte da utilizzatori difettosi, quando ad esempio l'isolamento dei conduttori si deteriora e il cavo di fase va a toccare la massa metallica dell'utilizzatore.

La protezione dell'utilizzatore va realizzata collegando il suo cavo di terra su un punto qualsiasi della carcassa, di solito su un bullone. Inserendo la spina nella presa, si stabilisce la continuità elettrica con l'impianto di messa a terra dell'edificio. Esso è costituito da un conduttore di rame che attraversa i muri del fabbricato insieme alla colonna portante. Dal quadro viene collegato (senza essere interrotto con un qualsiasi interruttore) a uno o più pali di acciaio ramato o zincato conficcati nel suolo con un cavo di grossa sezione. Questo consente alla corrente elettrica in caso di "guasto" di scaricarsi subito nel terreno.

Per rendere più efficace la protezione occorre installare all'inizio della linea di alimentazione l'interruttore differenziale (salvavita).

