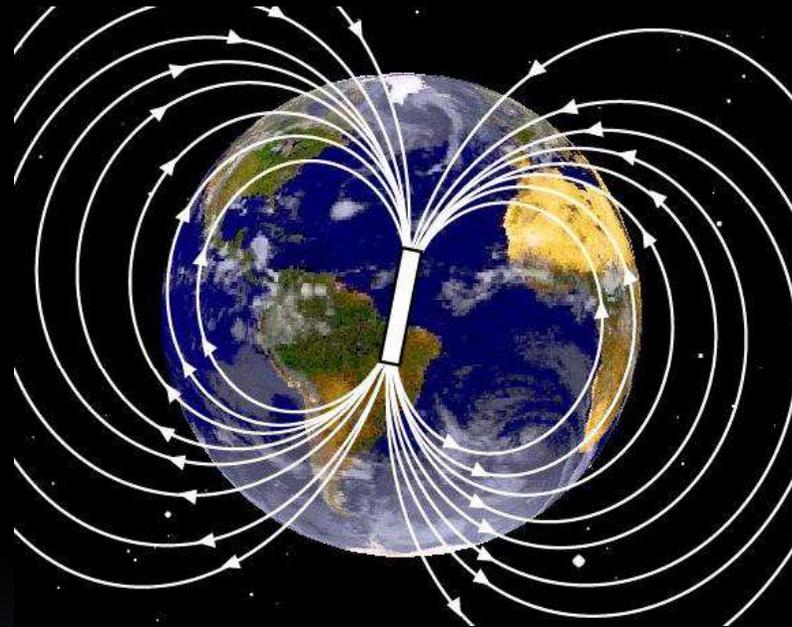


# ELETTRICITÀ E MAGNETISMO



# INDICE

- Elettizzazione
- Carica elettrica e stato elettrico
- Natura dell' elettricità
- Conduttori e isolanti
- La corrente elettrica
- I circuiti elettrici
- Le grandezze elettriche
- Correnti
- Volt
- Le leggi di Ohm
- Gli effetti della corrente elettrica
- Il magnetismo
- Il campo magnetico
- I fenomeni elettromagnetici
- La corrente elettrica produce campi magnetici e VICEVERSA

# ELETTRIZZAZIONE

La parola elettricità deriva da *elektron*, termine con cui gli antichi greci chiamavano una resina naturale, l' **ambra**, la quale se strofinata con un panno, attirava a sé corpi leggeri : piume, foglie ...

L'ambra, il vetro o la plastica, acquistano la capacità di esercitare una **forza attrattiva** ; diciamo infatti che si sono *elettrizzati* ovvero che hanno acquistato una **carica elettrica**.

# NATURA DELL' ELETTRICITA'

L' elettricità è una proprietà della materia ed è propria di due particelle che costituiscono l'atomo : i **protoni** e gli **elettroni**.

L'elettricità quindi non si crea né si distrugge, ma può essere solo **trasferita** mediante uno spostamento di elettroni.

**Cariche elettriche dello stesso segno si respingono, invece quelle di diverso segno si attraggono .**

# CARICA ELETTRICA

E

# STATO ELETTRICO

Allo stato naturale ( per esempio una bacchetta di vetro prima di essere strofinata ) un corpo non presenta fenomeni elettrici, perché complessivamente tutti i suoi atomi, elettricamente neutri , determinano uno **stato elettrico neutro**.

I corpi in cui gli atomi **perdono elettroni** e quindi risultano elettricamente positivi ( hanno più protoni che elettroni ), si trovano in uno **stato elettrico positivo**, ovvero hanno **carica elettrica positiva**.

I corpi nei quali gli atomi **acquistano elettroni** e quindi risultano elettricamente negativi ( hanno più elettroni ), si trovano in uno **stato elettrico negativo** , ovvero hanno **carica elettrica negativa**.

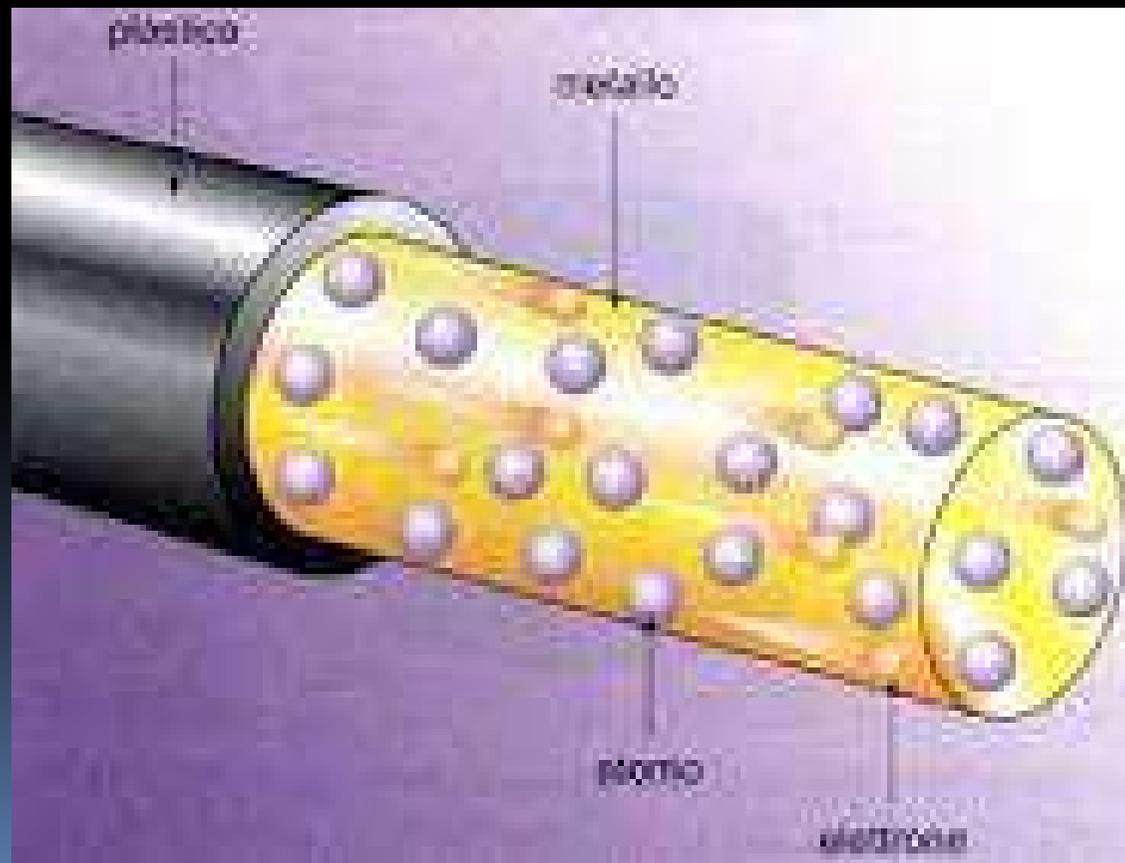
# CONDUTTORI E ISOLANTI

Gli isolanti, tipo la gomma e il legno, si elettrizzano e conservano le cariche nel punto in cui sono state prodotte, perché queste **non hanno la possibilità di muoversi all'interno del materiale.**

I conduttori (i metalli, il carbone, la grafite, l'acqua, il nostro corpo, la terra) **non** si elettrizzano, ma disperdono immediatamente le cariche, che **al loro interno si spostano facilmente da un punto all'altro.**

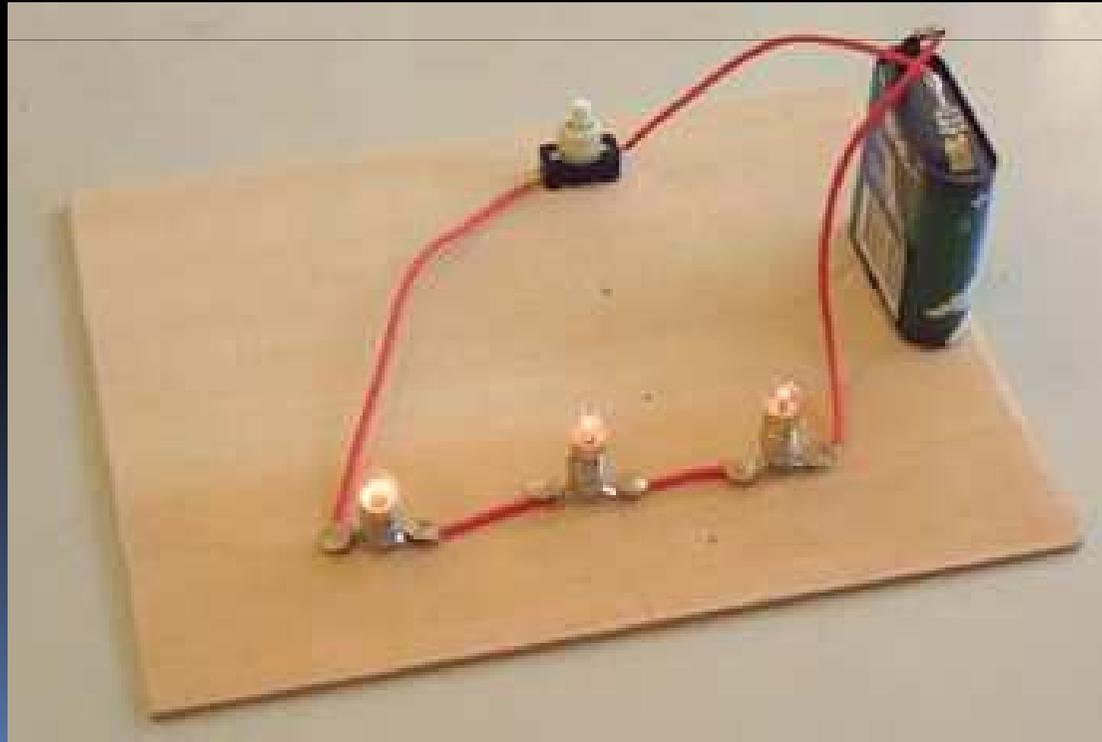
# LA CORRENTE ELETTRICA

Cariche elettriche in movimento, cioè un flusso di elettroni attraverso un conduttore, costituiscono la **Corrente elettrica**.



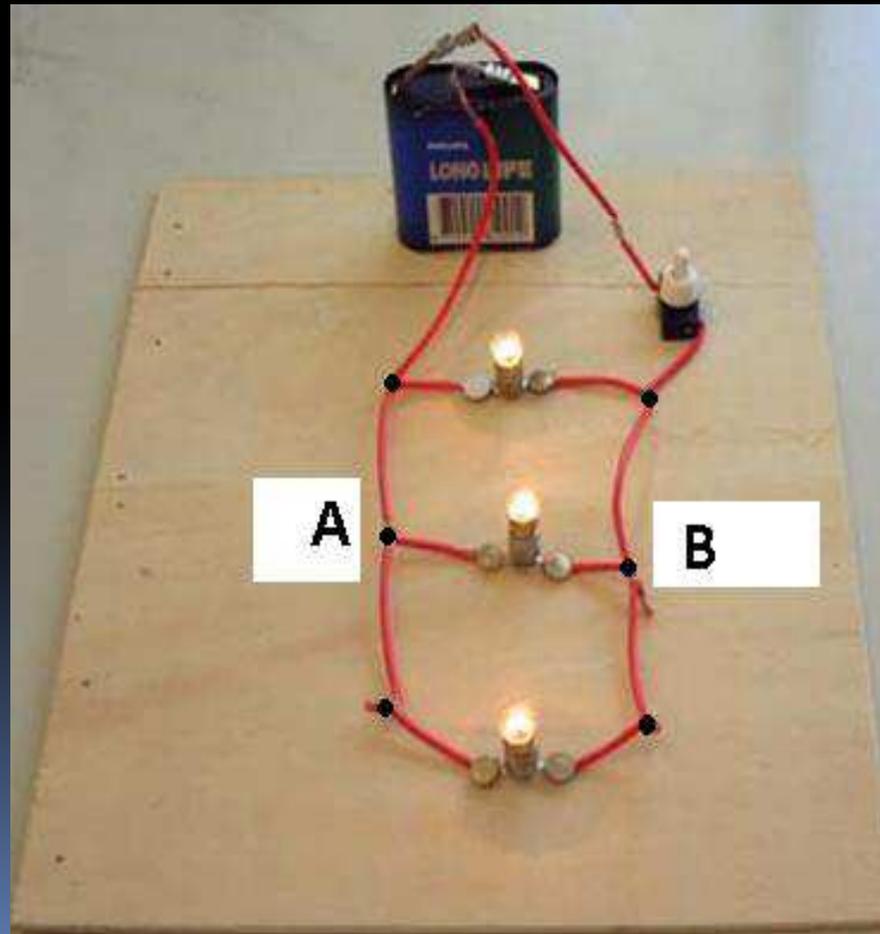
# I circuiti elettrici

- I circuiti elettrici sono composti da un **generatore di tensione / corrente**, un **conduttore** ( filo o pista di Rame ) e uno o più **utilizzatori**.
- In un circuito i vari componenti possono essere disposti **in serie o in parallelo** :
- Nel **circuito serie** gli utilizzatori ( con 2 terminali, cioè **bipoli** ) sono disposti uno di seguito all'altro e perciò **sono percorsi dalla stessa corrente**.  
Il difetto di questo tipo di circuito è che funziona solo se **tutti** gli utilizzatori funzionano , se infatti **uno di essi** è danneggiato, il circuito non funziona e si interrompe il flusso di elettroni , cioè la corrente .



# I circuiti elettrici

- Nel circuito **parallelo**, invece, tutti i bipoli sono collegati agli stessi due punti ( A e B ) e sono perciò sottoposti alla stessa **tensione**.
- Al contrario del circuito serie , in questo caso gli utilizzatori sono tutti indipendenti e il danneggiamento di uno **non compromette** il funzionamento degli altri.



# Le grandezze elettriche

Le più importanti sono :

- La quantità di corrente  $I$  che circola nel circuito
- La tensione  $V$  del generatore
- La resistenza  $R$  del conduttore

# Correnti

- La corrente elettrica che circola in un circuito è determinata dal numero di elettroni che si spostano al suo interno.
- L'intensità della corrente ( simbolo  $I$  ) in un conduttore è proporzionale al numero di elettroni che in 1 secondo attraversano la sezione del conduttore stesso.



- L'unità di misura dell'intensità di corrente è l' **Ampere [A]** : in un circuito la corrente ha l'intensità di **1 [A]** quando, attraverso il circuito stesso, in **1 secondo [s]** passa la quantità di carica di **1 Coulomb [C]** .
- Il **Coulomb** è l'unità di misura della **carica elettrica** ; misura tutti gli elettroni che passano attraverso il conduttore in un dato tempo.
- La quantità di carica di **1[C]** è gigantesca : è formata da  **$6,25 * 10^{18}$  elettroni** ( simbolo dell'elettrone :  **$e^-$**  )
- Viceversa , la carica di  **$1 e^-$**  è di circa  **$1,6 * 10^{-19}$  [C]**

# Volt

- Il **Volt** è l' unità di misura del potenziale elettrico ( capacità di compiere un lavoro elettrico) e della differenza di potenziale (d.d.p.) .

Ha questo nome in onore di Alessandro Volta , che nel 1800 inventò la pila voltaica , la prima batteria chimica.

- In un circuito, per spostare gli elettroni tra 2 punti A e B bisogna compiere un **lavoro** elettrico.
- Gli elettroni si spostano tra i 2 punti se fra questi c'è una **d.d.p.** , cioè se uno dei 2 punti ha **potenziale elettrico** maggiore dell'altro. Es :  $V_A > V_B$  per cui  $V_{AB} > 0$  ; in questo caso il flusso di  $e^-$  è **da A verso B** , per cui la corrente **CONVENZIONALE** va da A verso B.

# Le leggi di Ohm : 1°

- La 1° legge di Ohm esprime una relazione tra la differenza di potenziale **V** ( tensione elettrica ) ai capi di un conduttore e la corrente elettrica **I** che lo attraversa , permettendo di definire la resistenza **R** del conduttore stesso :

- $R = V / I$     unità di misura : Ohm    [  $\Omega$  ]
- $V = R * I$     “    : Volt    [ V ]
- $I = V / R$     “    : Ampere [ A ]

# Le leggi di Ohm : 2°

La 2° Legge di Ohm fornisce il legame tra le caratteristiche fisiche e geometriche del conduttore :

$$R = \rho * L / S \quad [\Omega]$$

dove  $\rho$  è la **resistività o resistenza specifica** del materiale di cui è fatto il conduttore

$L$  la **lunghezza** del conduttore

$S$  l'area della sua **sezione**

Quindi :  $\rho = R * S / L \quad [\Omega * \text{mm}^2 / \text{m}]$

si usa anche esprimere l'area in  $\text{m}^2$ , per cui l'unità di misura della resistività diventa  $[\Omega * \text{m}]$

# CONVENZIONI DI SEGNO



# Effetti della corrente elettrica

- **Effetto termico (effetto Joule)**

Un oggetto, una lampadina per esempio, appena è percorsa dalla corrente, si accende e si riscalda.

- **Effetto chimico (elettrolisi)**

La corrente elettrica, in una soluzione contenente un sale, come il Cloruro di Sodio  $\text{NaCl}$ , può scinderne le molecole separando gli ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , che vengono poi attirati dagli elettrodi rispettivamente negativo e positivo del generatore.

- **Effetto magnetico**

Fra 2 fili percorsi da corrente nasce una forza di attrazione se le correnti hanno lo stesso verso, di repulsione se hanno versi opposti.

# Il magnetismo

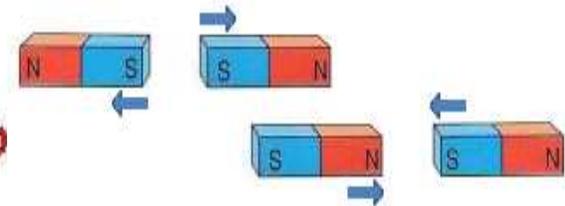
- la *magnetite* è un particolare minerale in grado di attirare a se piccoli oggetti di ferro. Questo provoca il fenomeno del *magnetismo* e gli oggetti che hanno questa capacità in natura si chiamano *magneti* o *calamite naturali*.
- Prendendo in esame delle calamite si può notare che:
- La calamita esercita la sua *forza magnetica* solo su oggetti di ferro, di nichel e di cobalto.
- La calamita esercita la sua forza di attrazione solo alle estremità e non nella zona centrale, detta *zona neutra*.



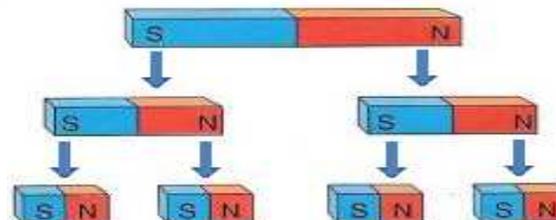
- Una calamita libera di girare si dispone sempre secondo la direzione del nord e del sud geografico
- I 2 poli di una calamita esercitano forze differenti :

**Poli dello stesso tipo ( entrambi Nord o Sud ), si respingono**

**Poli di tipo opposto si attraggono**



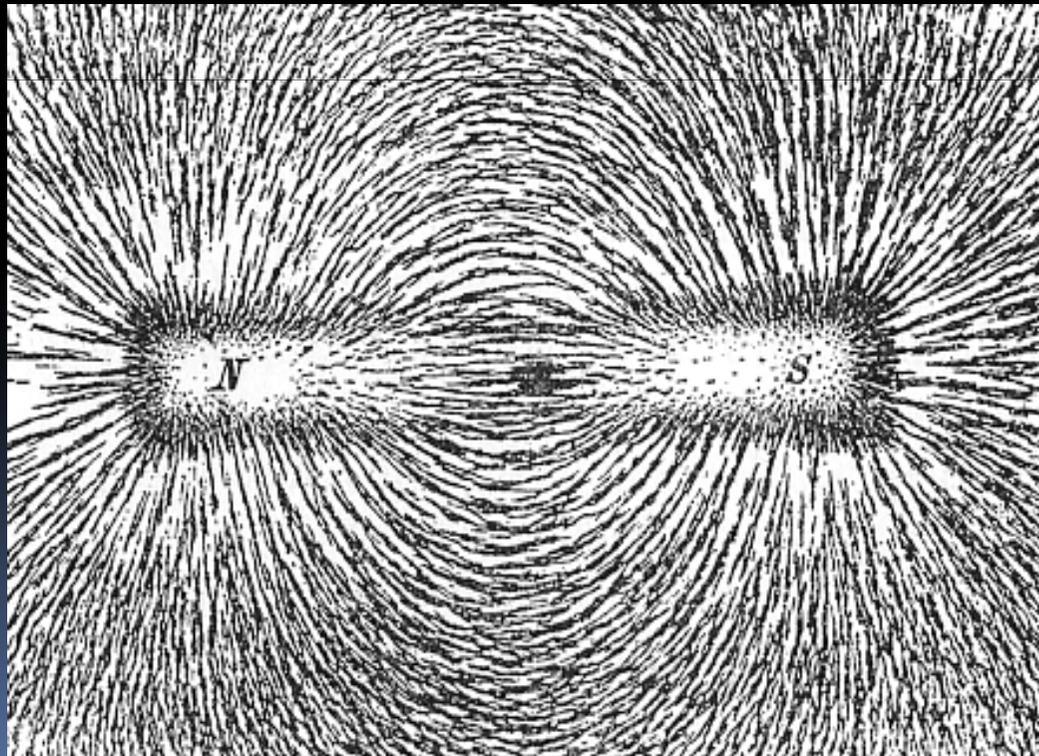
- *I poli magnetici non si possono assolutamente separare*: esistono solo insieme nella stessa calamita. Se infatti dividiamo una calamita in due otterremo due calamite con i propri poli **Nord e Sud**



- Una calamita, anche se esercita la sua proprietà solo sui poli, è magnetica in tutte le sue parti. Secondo la scienza infatti, una calamita è composta da infiniti microscopici magneti ,detti *magnetini elementari*, o *dipoli magnetici*, allineati ordinatamente.
- All'interno della calamita però, gli effetti delle coppie polo nord e polo sud si annullano a vicenda, solo alle estremità dunque rimangono *affacciati* separatamente , lasciando la zona centrale *bilanciata*.
- In tutti i corpi vi sono magnetini elementari, i quali però a differenza delle calamite, sono disposti disordinatamente, annullando così la loro proprietà magnetica.
- Alcuni oggetti però, come il *ferro ,il cobalto, l'acciaio* ecc. hanno una proprietà particolare : se vengono avvicinati o messi in contatto con un magnete, i loro magnetini elementari si mettono tutti in ordine e orientati nello stesso verso.
- Se in conseguenza a questa esposizione alla calamita la sostanza acquista capacità magnetiche, viene chiamata *magnete* o *calamita artificiale*. Possiamo dividere le calamite artificiali in due gruppi :
  - ❖ *Calamite artificiali permanenti* : come l'acciaio e l'alnico, che mantengono nel tempo la loro capacità magnetica ;
  - ❖ *Calamite artificiali temporanee* : come il ferro, che perdono la loro capacità in tempi più o meno brevi.

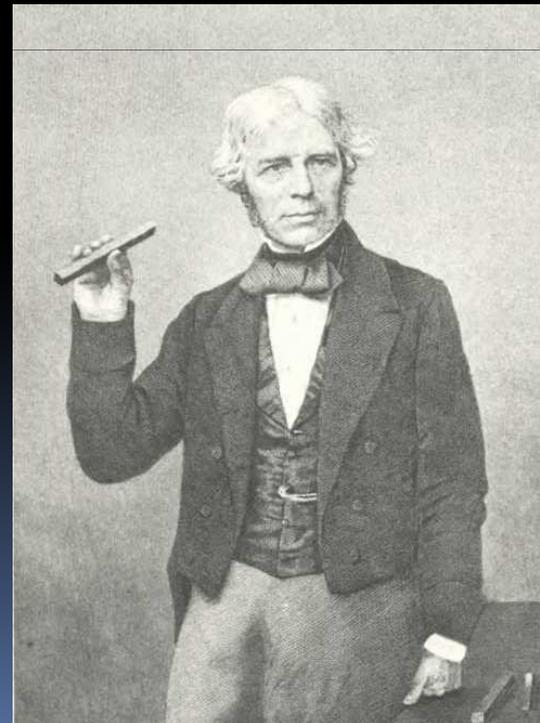
# Il campo magnetico

- lo spazio in cui la calamita esercita il suo magnetismo viene chiamato *campo magnetico*, anche se vi sono sostanze interposte come l'acqua, l'aria o il vetro. Possiamo vedere il campo magnetico attraverso la disposizione che assume della limatura di ferro lasciata cadere su una calamita



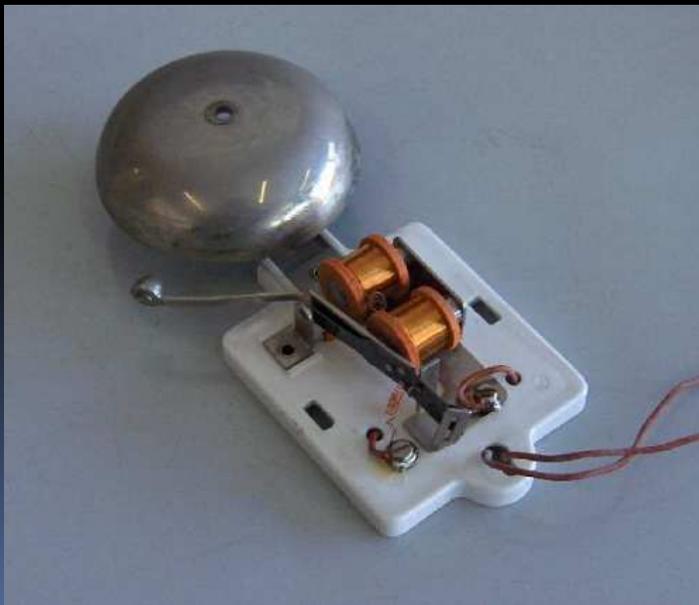
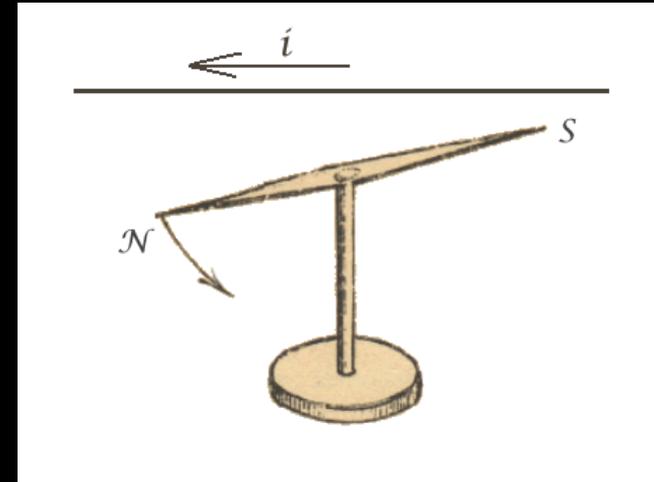
# I fenomeni elettromagnetici

- L'elettricità e il magnetismo sono due fenomeni strettamente collegati fra loro, infatti due scienziati, *Christian Oersted* e *Michael Faraday* hanno scoperto rispettivamente come dall'elettricità si possono creare campi magnetici e come dai magneti si possa creare l'elettricità.



# La corrente elettrica produce magnetismo

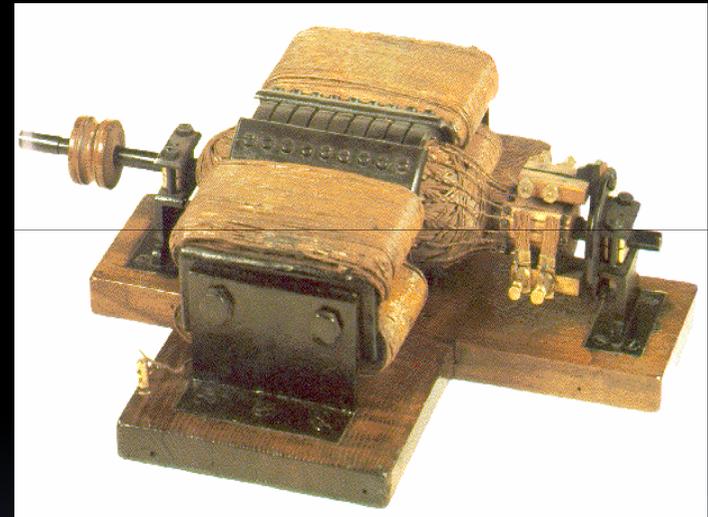
- Nel 1820 il fisico danese **Christian Oersted** scoprì che, ogni volta che in un filo conduttore passava della corrente, l'ago di una bussola posto nelle vicinanze deviava : **questo avviene perché la presenza di corrente elettrica crea un campo magnetico in grado di cambiare la direzione dell'ago, che in assenza di corrente indica il Nord e il Sud del campo magnetico Terrestre .**



- Il comportamento di un avvolgimento di filo di Rame , detto **solenoid** o **bobina** e quindi l' **effetto elettromagnetico**, viene utilizzato per la costruzione delle **elettrocalamite** , molto usate nell'industria per il trasporto di materiali ferrosi e nella costruzione di vari apparecchi quali ad es. il campanello .  
( foto a sx )

# Il magnetismo produce corrente elettrica

- Una decina di anni dopo la scoperta di Oersted, il fisico inglese **Michael Faraday** scoprì il fenomeno inverso : se infatti in mezzo a un solenoide si fa scorrere una calamita, si origina corrente elettrica.
- La corrente elettrica prodotta dalla calamita si chiama **corrente indotta** e il fenomeno viene definito **induzione elettromagnetica**.
- La corrente indotta non circola sempre nello stesso verso , se la calamita si sposta avanti e indietro ; inoltre ha una intensità che varia in base alla velocità con cui si muove la calamita stessa ( **es.: la dinamo della bicicletta** ).
- Una corrente che circoli nella bobina per metà tempo in verso orario e per l'altra metà in verso antiorario , si chiama **corrente alternata** ed è quella che utilizziamo nelle nostre case e industrie.
- Il fenomeno dell'induzione elettromagnetica viene sfruttato per la costruzione di trasformatori, alternatori, motori elettrici e generatori di corrente.



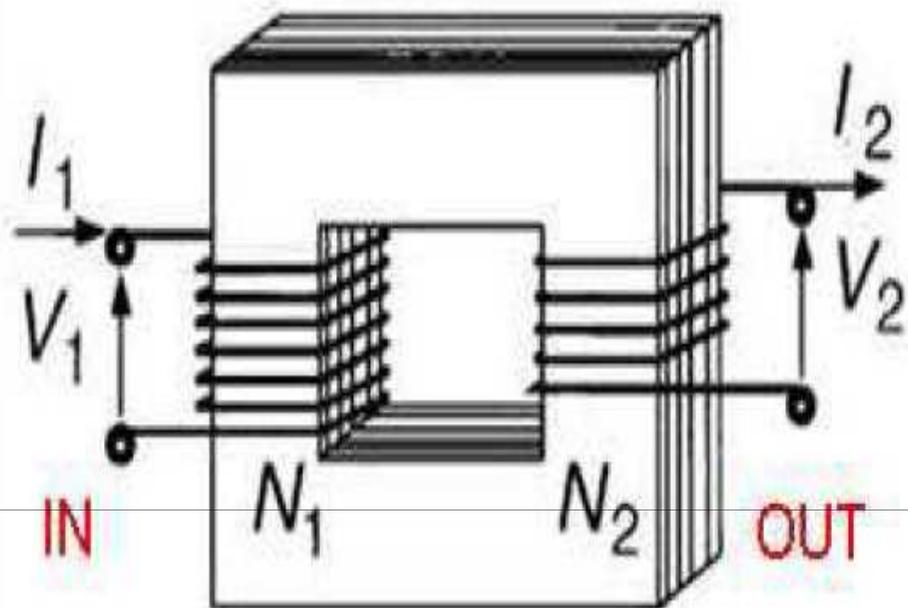
# IL TRASFORMATORE

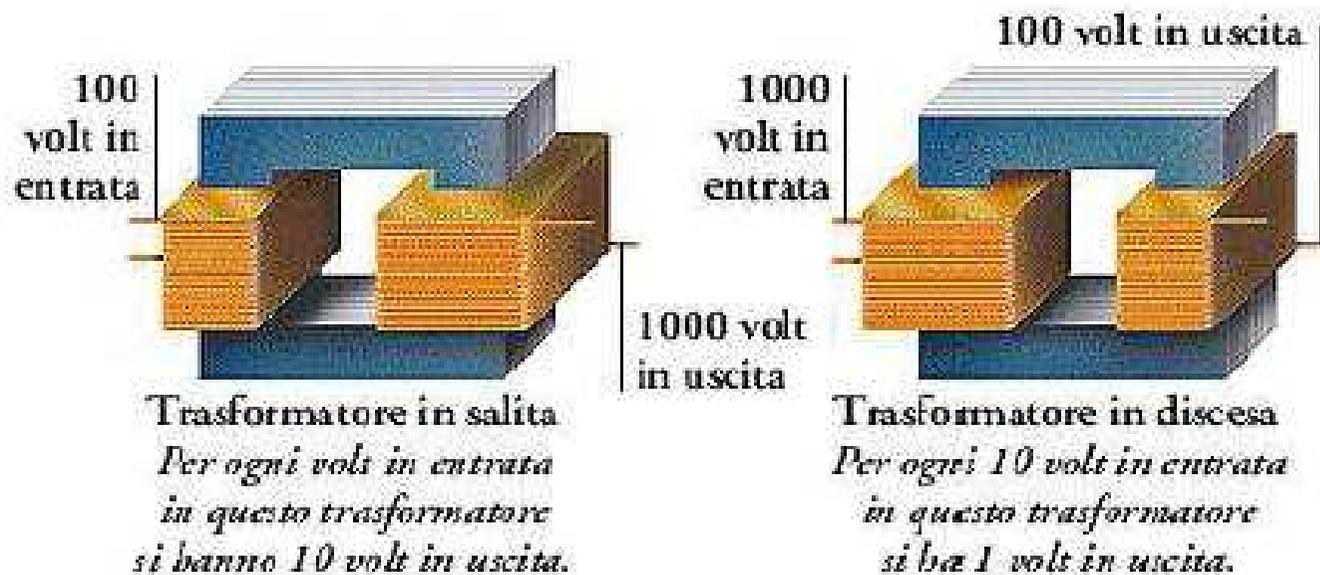
Il **trasformatore** è una [macchina elettrica](#) statica (non contiene parti in movimento), che serve per variare i parametri della **potenza elettrica** ([tensione](#) e [corrente](#)) in ingresso (**IN**) rispetto a quelli in uscita (**OUT**), mantenendola QUASI costante.

Il rendimento di un trasformatore è molto alto e le perdite sono molto basse: nel ferro dei lamierini, per effetto dell'isteresi magnetica e delle [correnti parassite](#), e nel rame degli avvolgimenti, per [effetto Joule](#).

Il trasformatore è una macchina in grado di operare solo in [corrente alternata](#), perché sfrutta i principi dell'[elettromagnetismo](#) legati ai flussi **variabili** del campo magnetico negli avvolgimenti di rame in IN e OUT. Il trasformatore viene ampiamente usato nelle [reti di trasporto dell'energia elettrica](#) che collegano le centrali elettriche alle utenze (industriali e domestiche).

È stato uno dei motivi principali della vittoria della corrente alternata di [Tesla](#) nella famosa [guerra delle correnti](#) contro **Edison**.





Schematicamente un trasformatore è costituito da due avvolgimenti, ciascuno formato da un certo numero di **spire** di filo di rame avvolte attorno a un nucleo di ferro di elevata **permeabilità magnetica**, dei quali uno, detto *primario*, riceve energia dalla linea di alimentazione, mentre l'altro, detto *secondario*, è collegato ai circuiti di utilizzazione.

Il rapporto tra le tensioni  $V_2$  e  $V_1$  nei due avvolgimenti è uguale a quello dei numeri di spire  $N_2$ ,  $N_1$  :

$$V_2 / V_1 = N_2 / N_1 \quad \text{o anche} \quad V_2 = V_1 * N_2 / N_1$$

per cui se , ad es.,  $V_1 = 20$  [V] ,  $N_1 = 10$  ,  $N_2 = 100$   $\longrightarrow$   $V_2 = 20 * 100 / 10 = 200$  [V]

La formula per le correnti è invece :

$$I_2 / I_1 = N_1 / N_2 \quad \text{o anche} \quad I_2 = I_1 * N_1 / N_2$$

per cui se, ad es. ,  $I_1 = 1$  [A] ,  $N_1 = 10$  ,  $N_2 = 100$   $\longrightarrow$   $I_2 = 1 * 10 / 100 = 0,1$  [A]

Un efficiente sistema di trasmissione dell'energia elettrica richiede, in corrispondenza della centrale di produzione, un trasformatore elevatore che innalzi il voltaggio e conseguentemente riduca la corrente, perché le perdite lungo le linee elettriche sono **proporzionali** al prodotto del quadrato dell'intensità di corrente per la resistenza della linea stessa, per cui per le trasmissioni a lunga distanza conviene utilizzare **voltaggi molto alti e correnti poco intense**.

Al punto di arrivo, i **trasformatori abbassatori** riducono il voltaggio ai livelli tipici degli usi residenziali o industriali, cioè generalmente intorno ai 220 V( **efficaci** ).

La corrente  $I$  genera al suo passaggio nei conduttori elettrici calore (per **effetto Joule**) : più la corrente è alta e più calore si genera; per ovviare a questo inconveniente bisogna aumentare la sezione dei conduttori, ma esiste un limite economico e tecnologico nel **dimensionamento delle linee elettriche**, legato anche al fenomeno della **caduta di tensione** lungo le linee stesse.

Al fine quindi di abbassare la corrente  $I$  si effettua una trasformazione aumentando la tensione  $V$  a parità di  $P$ . Diminuendo le distanze da percorrere e la potenza da trasportare, viene anche meno l'esigenza di avere tensioni alte, se a questo si associa anche l'esigenza di avere per l'uso domestico e industriale un livello di tensione compatibile con le esigenze di sicurezza, ne segue che dalla produzione alla distribuzione sono necessarie un numero adeguato di trasformazioni verso tensioni via via più basse.

A titolo di esempio, viene presentato un elenco delle tensioni tipiche di esercizio degli impianti elettrici :

- 220 [V] : tensione per usi domestici
- 380 [V] : tensione per uso industriale
- 8.4/20 [kV] ( 8.400 ÷ 20.000 [ V ] ) : tensione di esercizio delle reti elettriche di distribuzione secondaria ( lunghezza: alcune decine di km )
- 132/150/230/380 [kV] : tensione di esercizio delle linee elettriche di distribuzione primaria ( lunghezza: alcune centinaia di km )