

L'ELETTRICITÀ

Struttura dell'atomo

- È noto che tutti i corpi (solidi, liquidi o gassosi) sono composti da particelle molto piccole chiamate **atomi**.
- Ciascun atomo può essere paragonato ad un sistema solare in miniatura, costituito da un **nucleo** centrale (composto da particelle con carica positiva, i **protoni**, e da particelle senza carica, i **neutroni**) attorno al quale ruotano particelle con carica negativa, gli **elettroni**.
- Allo stato naturale gli atomi sono elettricamente **neutri**:

numero protoni = numero elettroni.

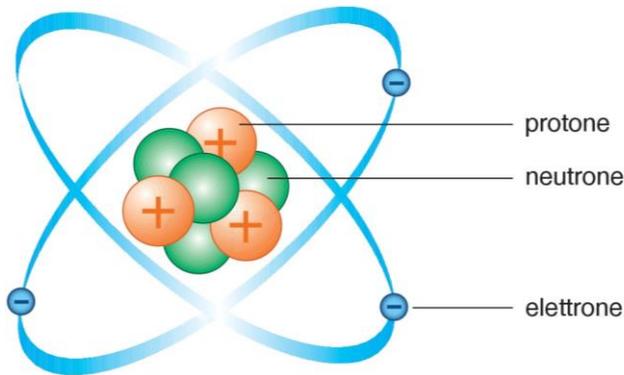
L'ATOMO

L'atomo è formato da tre tipi di particelle

PROTONI = p^+
NEUTRONI = n
ELETTRONI = e^-

Formano il **NUCLEO**

Formano la **NUBE ELETTRONICA**
che gira intorno al nucleo



- ❖ **GLI ELETTRONI HANNO CARICA NEGATIVA**
- ❖ **I PROTONI HANNO CARICA POSITIVA**
- ❖ **I NEUTRONI NON HANNO CARICA**

In ogni atomo gli **elettroni** sono tanti quanti sono i **protoni**, perciò l'atomo è **ELETTRICAMENTE NEUTRO**.

Proprietà elettriche dei materiali

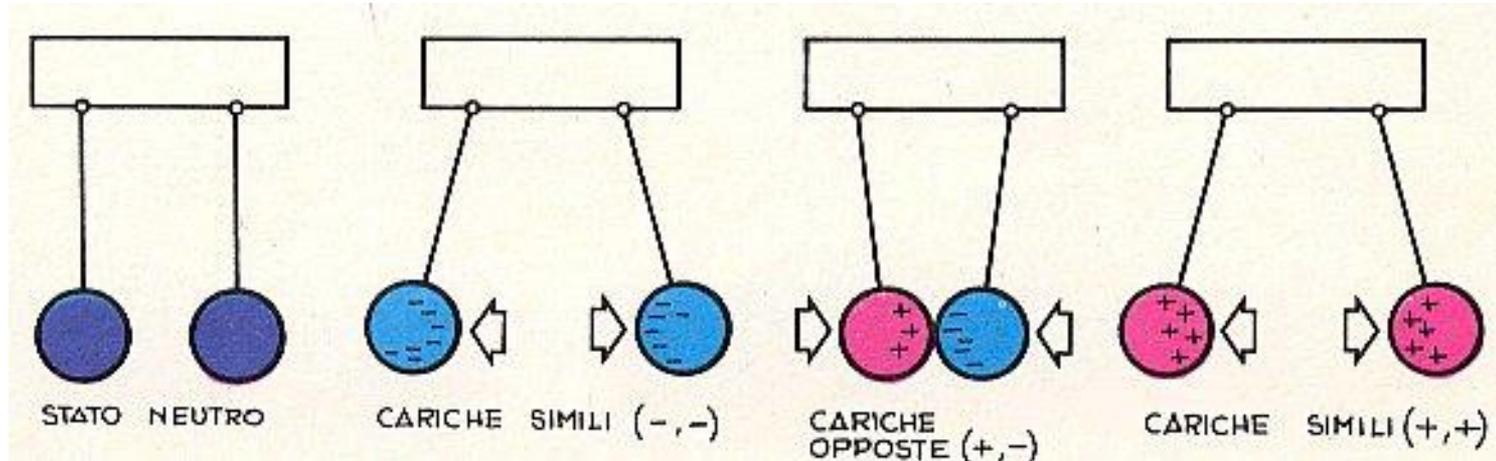
Per strofinio i corpi acquistano una proprietà detta stato elettrico, per cui risultano in possesso di elettricità.

Se si sfregano due bacchette di plastica con un panno di lana e poi le bacchette vengono avvicinate, si vede che esse tendono a respingersi. Se si ripete l'operazione con una bacchetta di plastica e una di vetro, le bacchette si attirano. Questi semplici esperimenti ci fanno capire che: esistono due tipi di cariche elettriche, che chiameremo **positive (+)** e **negative (-)**.

La regola generale è la seguente:

- **corpi con cariche dello stesso segno si respingono,**
- **corpi con cariche di segno contrario si attraggono.**

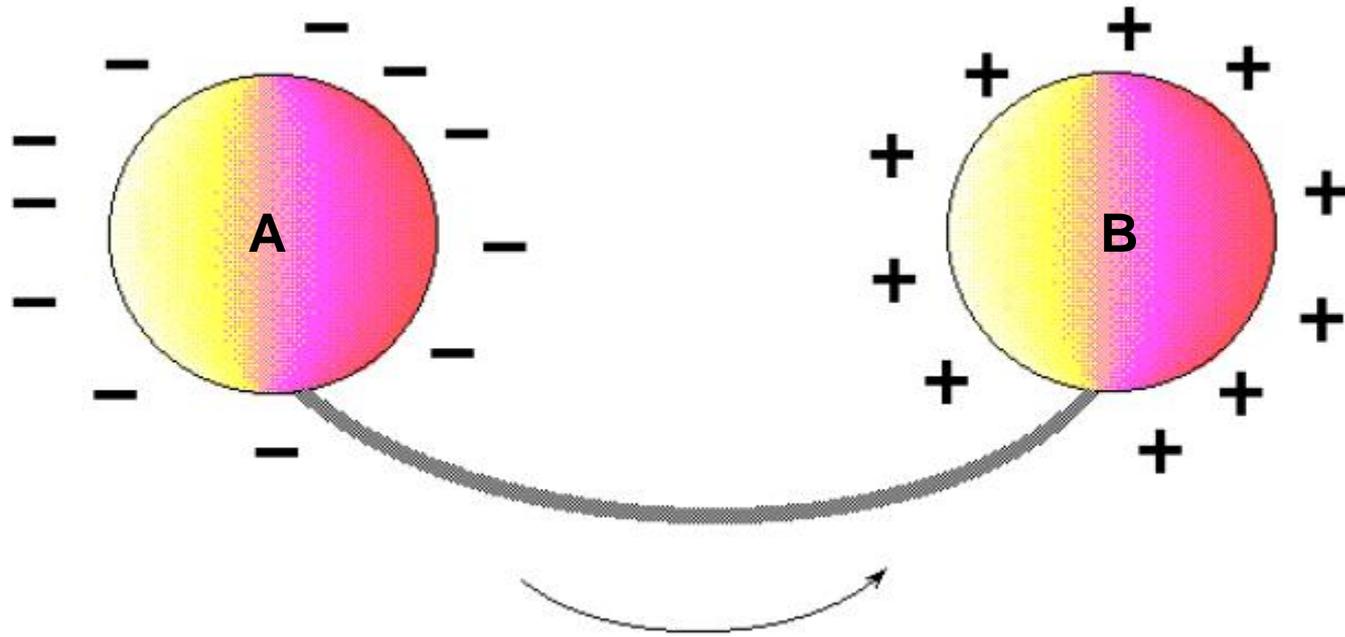
Proprietà elettriche dei materiali



Due sferette cariche di elettricità dello stesso segno (positivo o negativo) si respingono, mentre se sono cariche di **elettricità** di segno opposto si attraggono reciprocamente

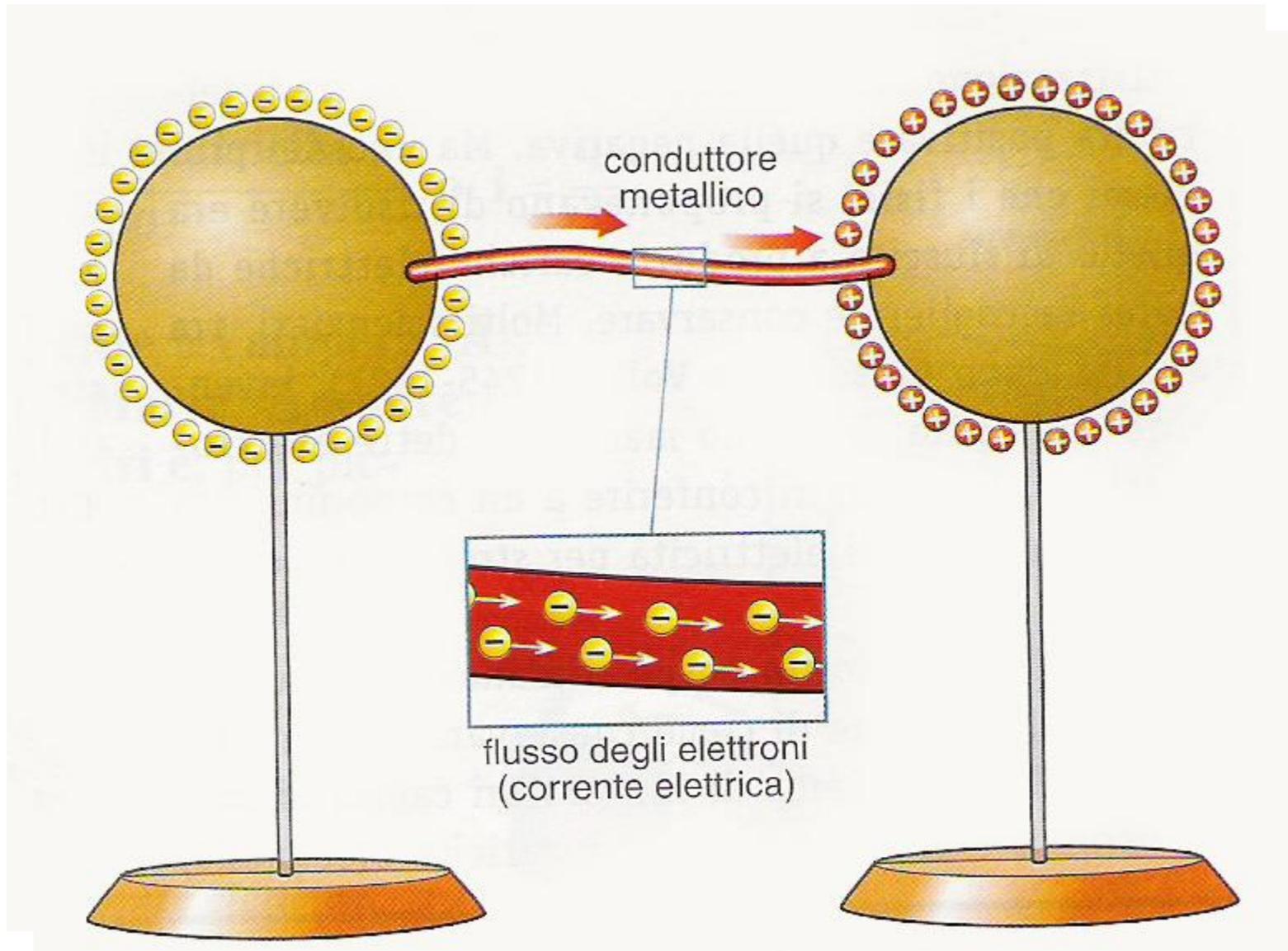
L'elettricità

Se mettiamo a contatto un corpo carico negativamente (A), che possiede quindi molti elettroni in più rispetto ai protoni, con un corpo carico positivamente (B), che, al contrario del primo, possiede più protoni che elettroni, allora gli elettroni si sposteranno dal corpo A al corpo B.



SENSO ELETTRONICO

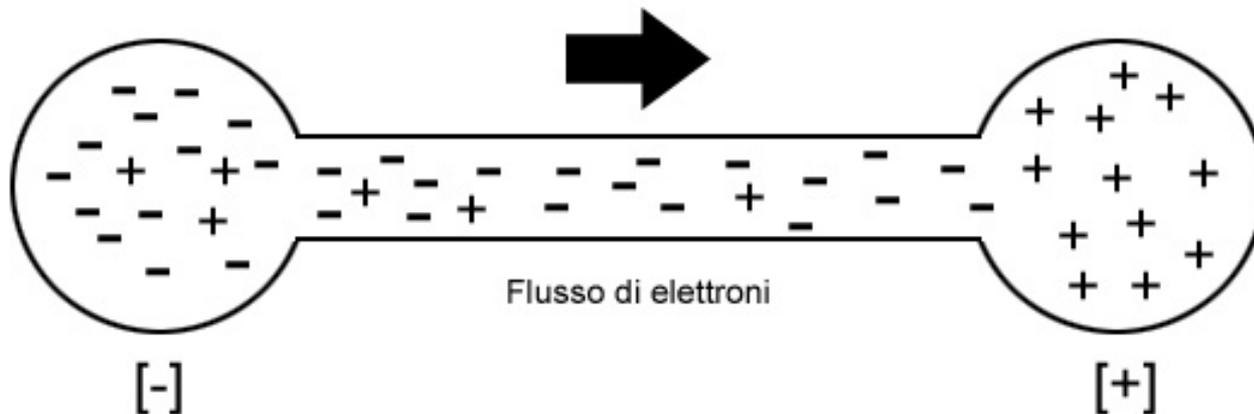
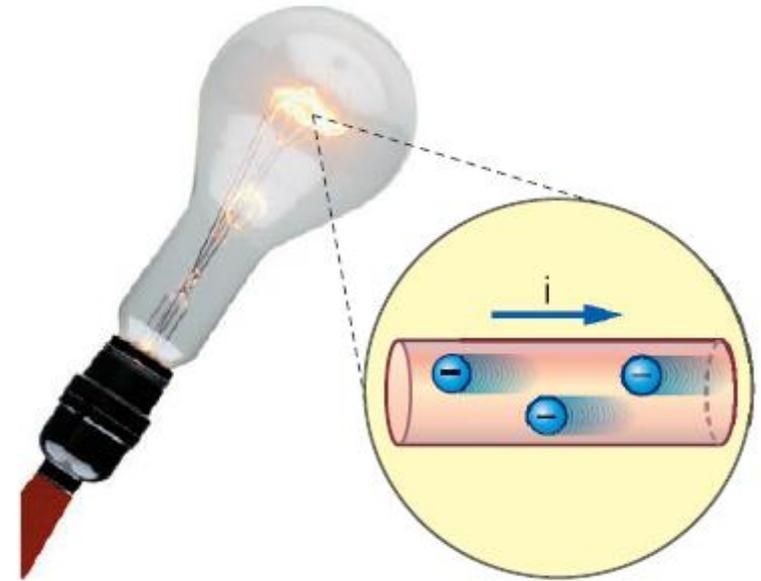
L'elettricità



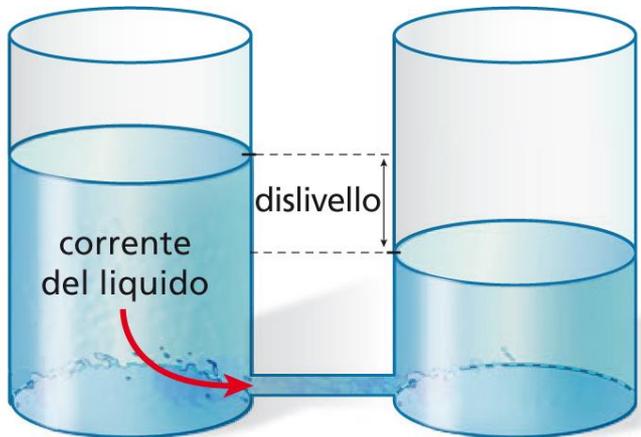
La corrente elettrica

Si chiama **corrente elettrica** un moto *ordinato* di cariche elettriche che vanno dal polo dove ci sono più cariche negative (polo negativo [-]) verso il polo dove ci sono meno cariche negative (polo positivo [+]).

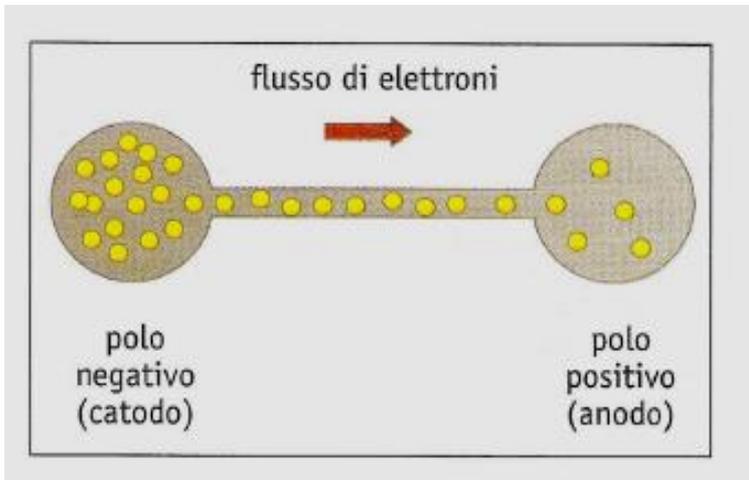
È quello che accade, ad esempio, quando accendiamo una lampadina, il cui filamento viene attraversato dagli elettroni che si spostano da un capo all'altro del circuito.



Analogia tra fluidi e corrente elettrica



Per fare scorrere l'acqua in una conduttura occorre che il liquido si trovi a livelli diversi in modo che un volume d'acqua posto ai due livelli abbia una differenza di energia potenziale.



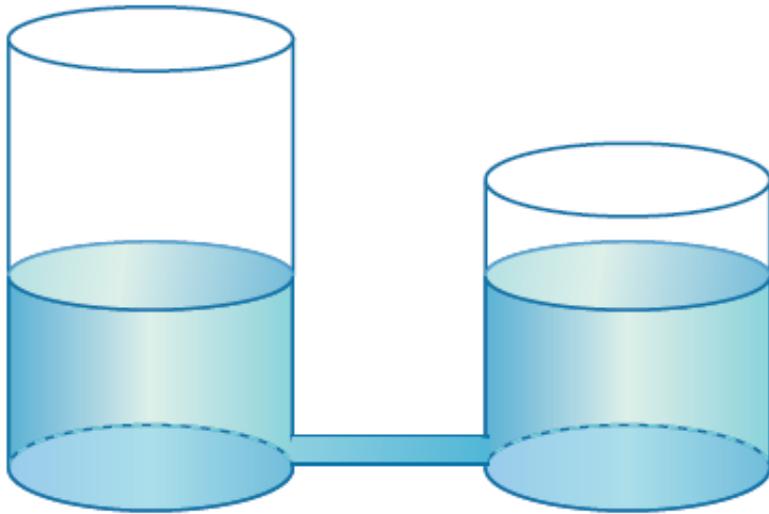
Per far muovere le cariche è necessaria una differenza di quantità di cariche: le cariche negative si spostano da dove ce ne sono di più a dove ce ne sono di meno.

La differenza di cariche tra i due poli prende il nome di: **differenza di potenziale.**

Analogia tra fluidi e corrente elettrica

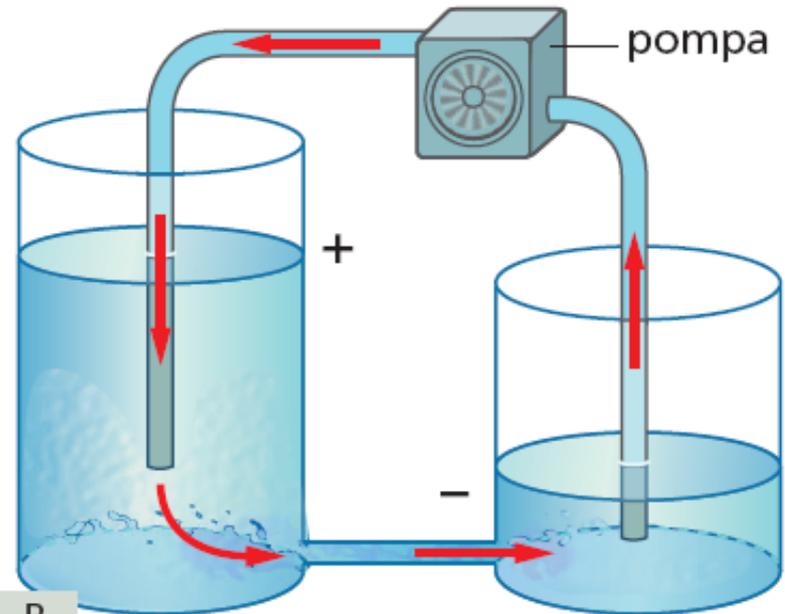
Un dislivello in un fluido determina una **corrente di liquido** che continua finché la differenza di livello non si annulla.

► Quando il liquido si trova allo stesso livello, la corrente non fluisce più.



A

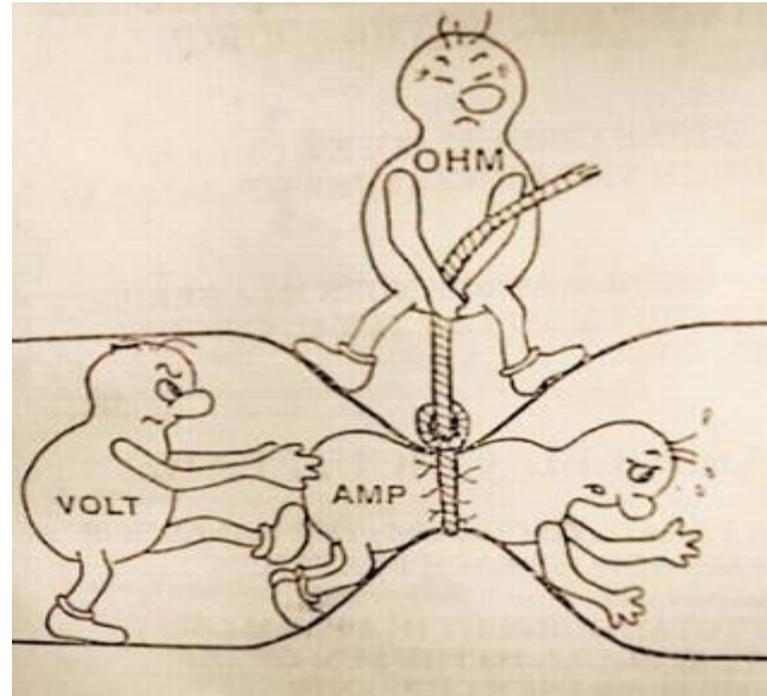
► Per mantenere la corrente del liquido, occorre ricreare il dislivello con una pompa.



B

Le grandezze elettriche

- Intensità (I): la sua unità di misura è l'ampere (A).
- Differenza di potenziale (V): la sua unità di misura è il volt (V).
- Resistenza (R): sua unità di misura è l'ohm (Ω).



Intensità della corrente elettrica

Immaginiamo di essere sul bordo di un'autostrada per misurare l'intensità del traffico in quel punto: usando come traguardo una linea immaginaria, trasversale alla corsia, conteremo il numero di autoveicoli che la oltrepassano in un certo intervallo di tempo.



Con lo stesso metodo possiamo misurare l'intensità della corrente elettrica, che consiste nello spostamento di elettroni liberi all'interno di un circuito.

Intensità della corrente elettrica

Abbiamo detto che la corrente elettrica è il movimento degli elettroni che passano lungo un conduttore, ad esempio il filamento di una lampadina o un qualsiasi cavo elettrico.

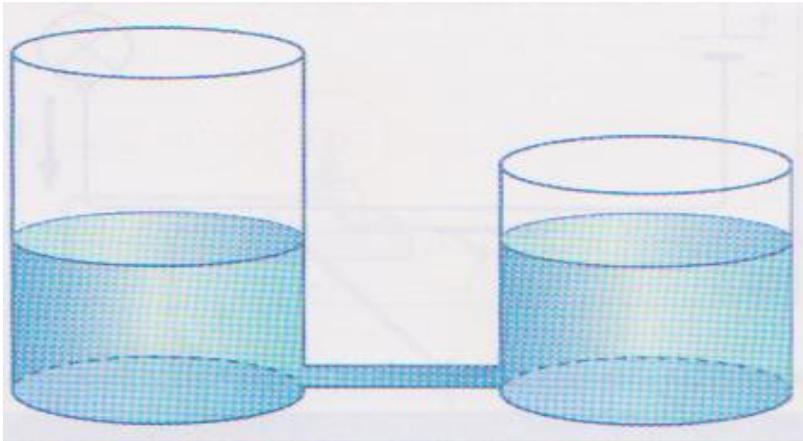
L'**Intensità** (I), lo dice la parola, è la quantità di elettroni che si muovono in un certo tempo e si misura in ampere (A).

L'intensità della corrente elettrica si misura con uno strumento che si chiama amperometro.

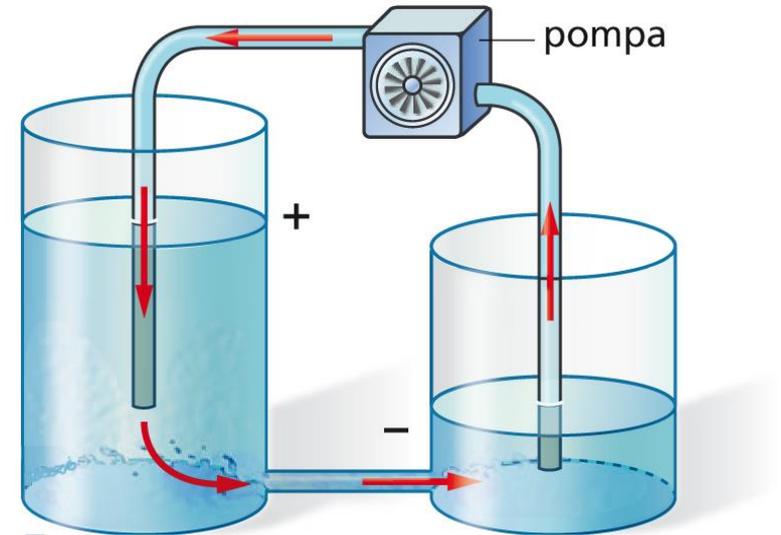


La tensione elettrica (differenza di potenziale)

Riprendendo l'analogia con il circuito idraulico, un dislivello in un fluido determina una **corrente di liquido** che continua finché la differenza di livello non si annulla.



Quando il liquido si trova allo stesso livello, la corrente non fluisce più



Per mantenere la corrente del liquido occorre ricreare il dislivello con una pompa

La pompa toglie l'acqua dove il livello è basso e la trasporta dove il livello è alto, ricreando così il dislivello che causa la corrente di liquido.

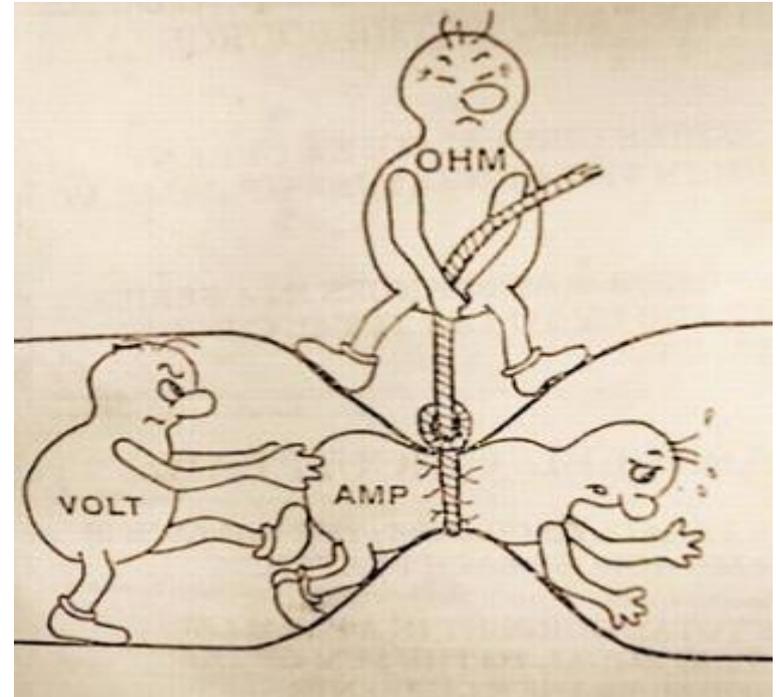
La tensione elettrica (differenza di potenziale)

In modo analogo, il flusso di elettroni continua finché esiste una differenza di carica tra i due poli del circuito.

Affinché la corrente elettrica continui a scorrere, occorre mantenere costante nel tempo la differenza di carica elettrica. Occorre, cioè, che un polo del circuito presenti una carica netta negativa e il polo opposto una carica netta positiva.

La differenza di carica tra i due poli prende il nome di **differenza di potenziale** (o **tensione elettrica**) e rappresenta in parole povere la spinta che muove gli elettroni da un capo all'altro del circuito elettrico.

La tensione elettrica si misura in **Volt** con un apparecchio chiamato **voltmetro**.

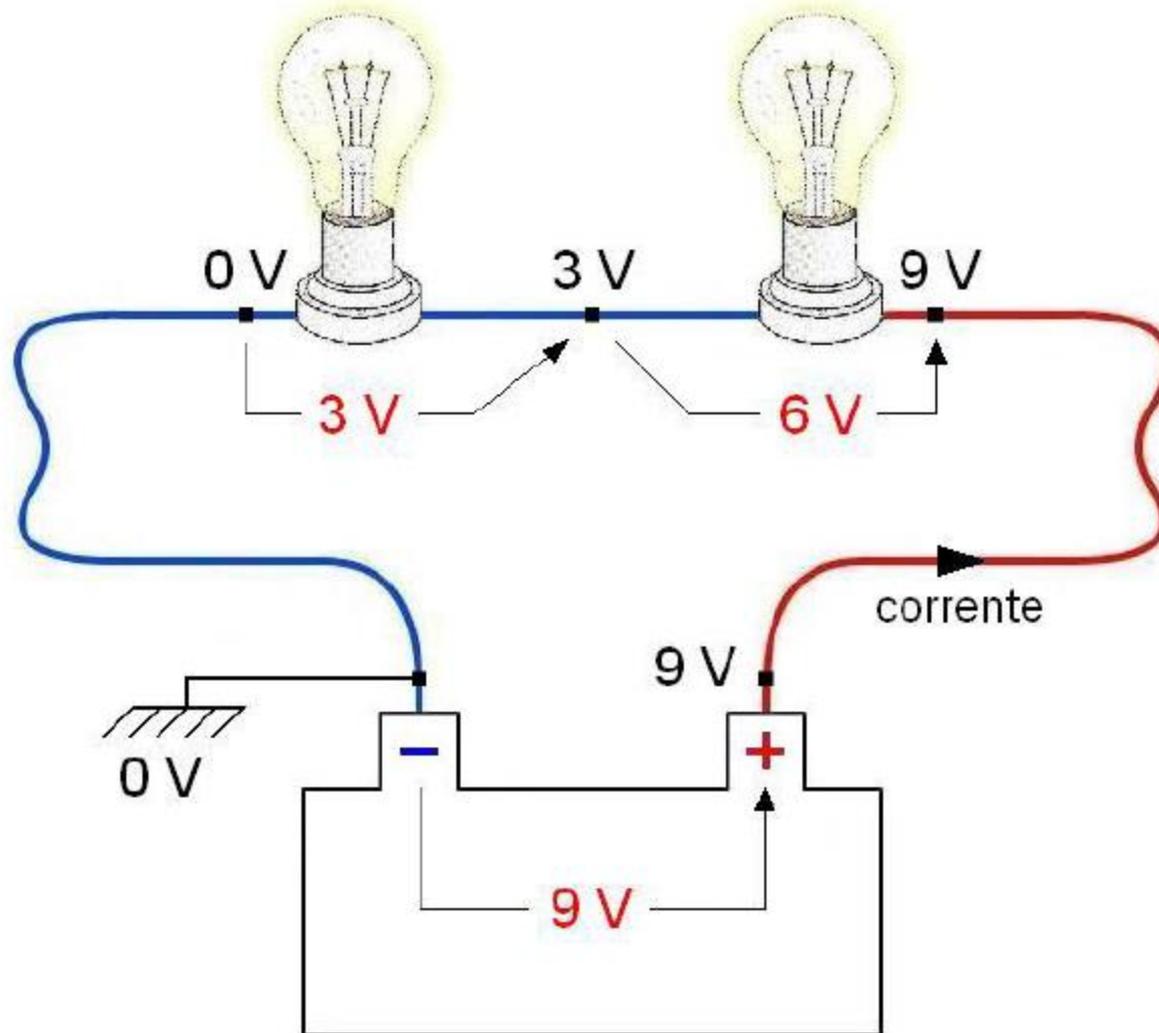


Differenza di potenziale

- Misura la differenza di carica tra i due poli di un conduttore.
- In altri termini, misura la forza con cui le cariche elettriche vengono spinte all'interno di un conduttore, la sua unità di misura è il volt (V), lo strumento di misura è il voltmetro.



La tensione (o differenza di potenziale)



In basso alcuni esempi di generatori di tensione con i relativi valori di differenza di potenziale elettrico.



1,5 VOLT



4,5 VOLT

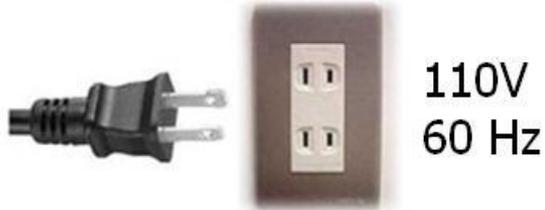


12 VOLT

Che cosa troviamo nelle prese di corrente?

Nelle prese c'è la **differenza di potenziale** la quale spinge gli elettroni a muoversi dando origine alla corrente.

Preso americana



110V
60 Hz

Preso italiana



220V
50 Hz

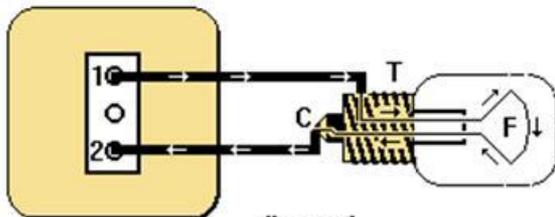


figura 1

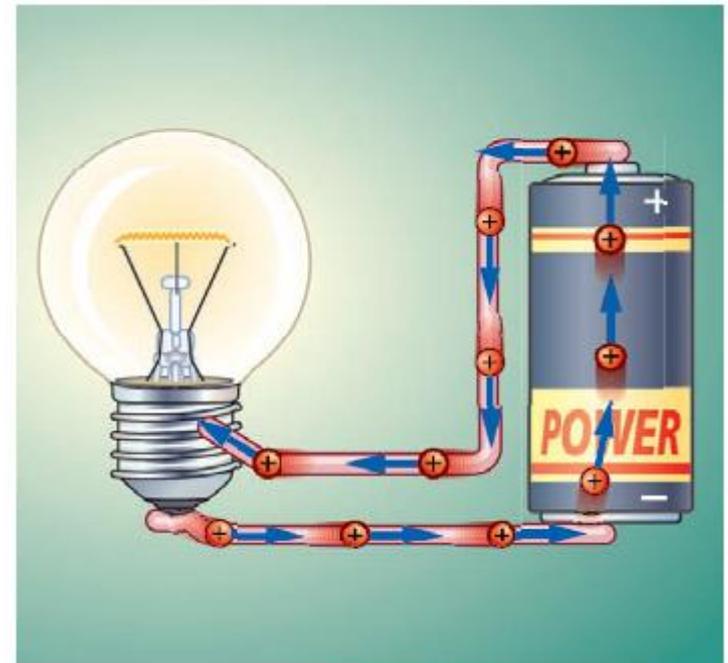
La tensione presente nella presa non produce alcun effetto finché non vi è inserito nulla; nel momento in cui vi inseriamo una spina, per esempio quella di una lampada, creiamo un collegamento tra i due fori esterni; in questo modo applichiamo al filo della lampada la differenza di potenziale fornita dalla presa, le cariche elettriche cominciano a muoversi nel circuito e la lampadina si accende.

I generatori di tensione e i circuiti elettrici

Questa corrente, man mano che fluisce, tende ad annullare la differenza di potenziale. Per mantenere la corrente, occorre ricreare il dislivello di potenziale con una pila o con un altro *generatore di tensione*.

Si chiama **generatore ideale di tensione continua** un dispositivo capace di mantenere ai suoi capi una differenza di potenziale costante, per un tempo indeterminato e qualunque sia la corrente da cui è attraversato

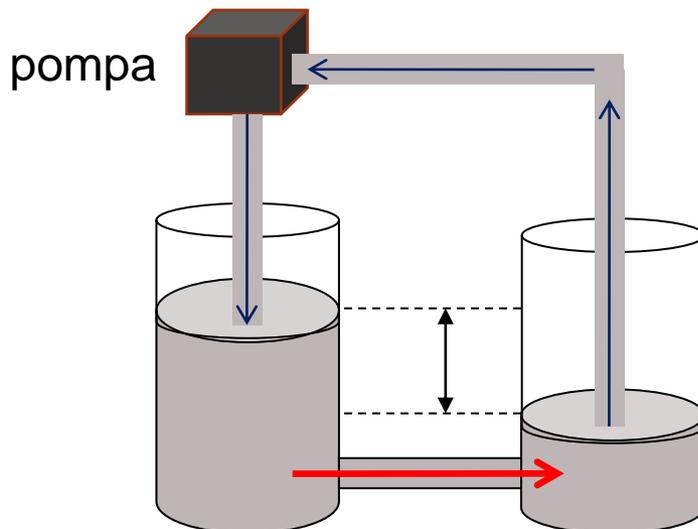
Il suo funzionamento è analogo a quello della pompa idraulica: preleva le cariche positive (convenzionali) dai punti a potenziale più basso (-) per riportarle ai punti a potenziale maggiore (+).



I generatori di tensione e i circuiti elettrici

In altre parole:

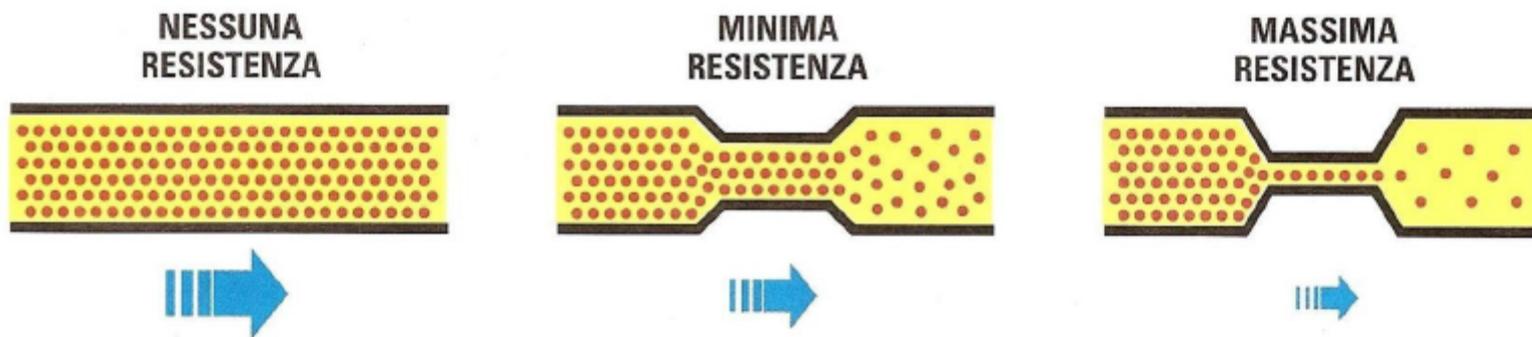
- un dislivello di liquido provoca una corrente;
- in modo simile, la differenza di potenziale causa una corrente elettrica: essa fluisce finché la differenza non diventa pari a 0.
- la pompa idraulica ristabilisce il dislivello portando il liquido dal livello più basso a quello più alto;
- analogamente, un generatore di tensione mantiene ai suoi capi una differenza di potenziale costante nel tempo.



La 3^a grandezza elettrica fondamentale: la resistenza

Gli elettroni muovendosi nei conduttori non scorrono del tutto liberamente ma incontrano una certa **resistenza** (dovuta ai continui urti degli elettroni contro gli atomi del conduttore). Possiamo paragonare questo fenomeno a quello che si ha in un impianto idraulico quando l'acqua che scorre nei tubi incontra una strozzatura.

Tutti i materiali attraversati da una corrente presentano una certa resistenza.

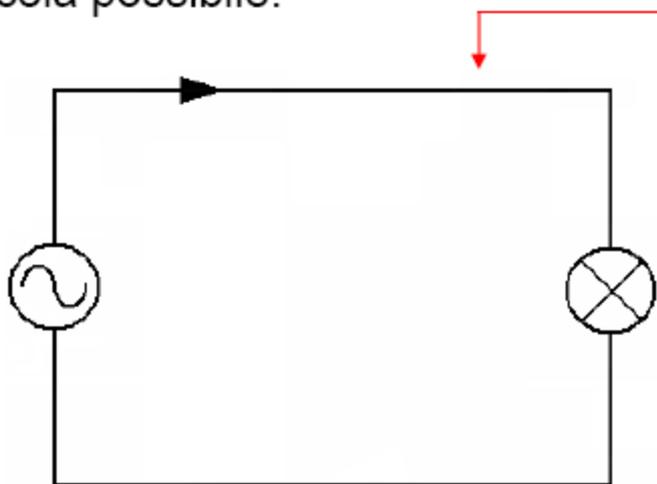


La resistenza: definizione della grandezza

La resistenza rappresenta il grado di opposizione che un materiale presenta al passaggio della corrente.

La sua unità di misura è l'ohm, abbreviato con la lettera "o" dell'alfabeto greco: la lettera " Ω ".

In un circuito **gli utilizzatori presentano sempre una grande resistenza rispetto a quella dei conduttori** che costituiscono i cavi di collegamento. L'unico scopo dei conduttori è quello di trasportare l'energia dal generatore agli utilizzatori, quindi i conduttori devono avere la resistenza più piccola possibile.



100 m di cavo di rame di sezione $2,5 \text{ mm}^2$ hanno una resistenza di soli **$0,7 \Omega$** !

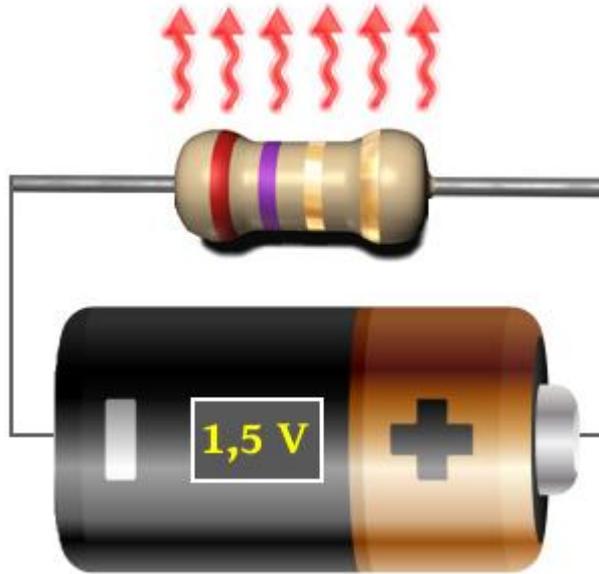
Una lampadina da 100 W ha una resistenza di circa **500Ω** .

Resistenza (R)

- La resistenza è la caratteristica per cui un conduttore si lascia attraversare più o meno facilmente dalle cariche elettriche;
- la sua unità di misura è l'ohm (Ω).
- lo strumento di misura è l'ohmetro.



Ohmetro



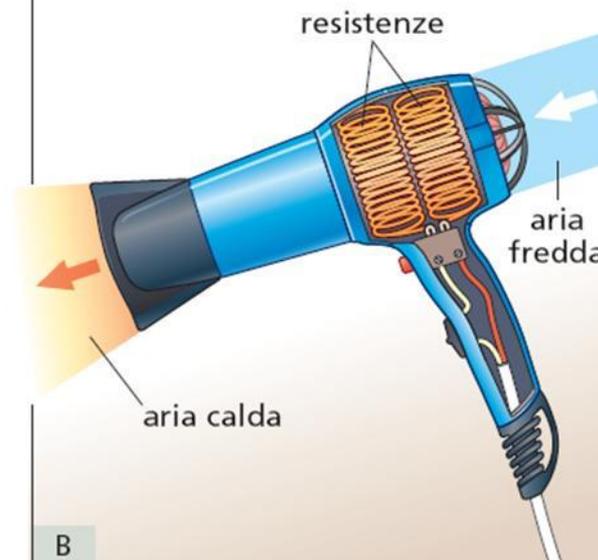
La trasformazione dell'energia elettrica

- Alcuni elettrodomestici contengono un resistore che *si scalda* quando è attraversato da corrente.

► Nel ferro da stiro il calore riscalda la piastra.



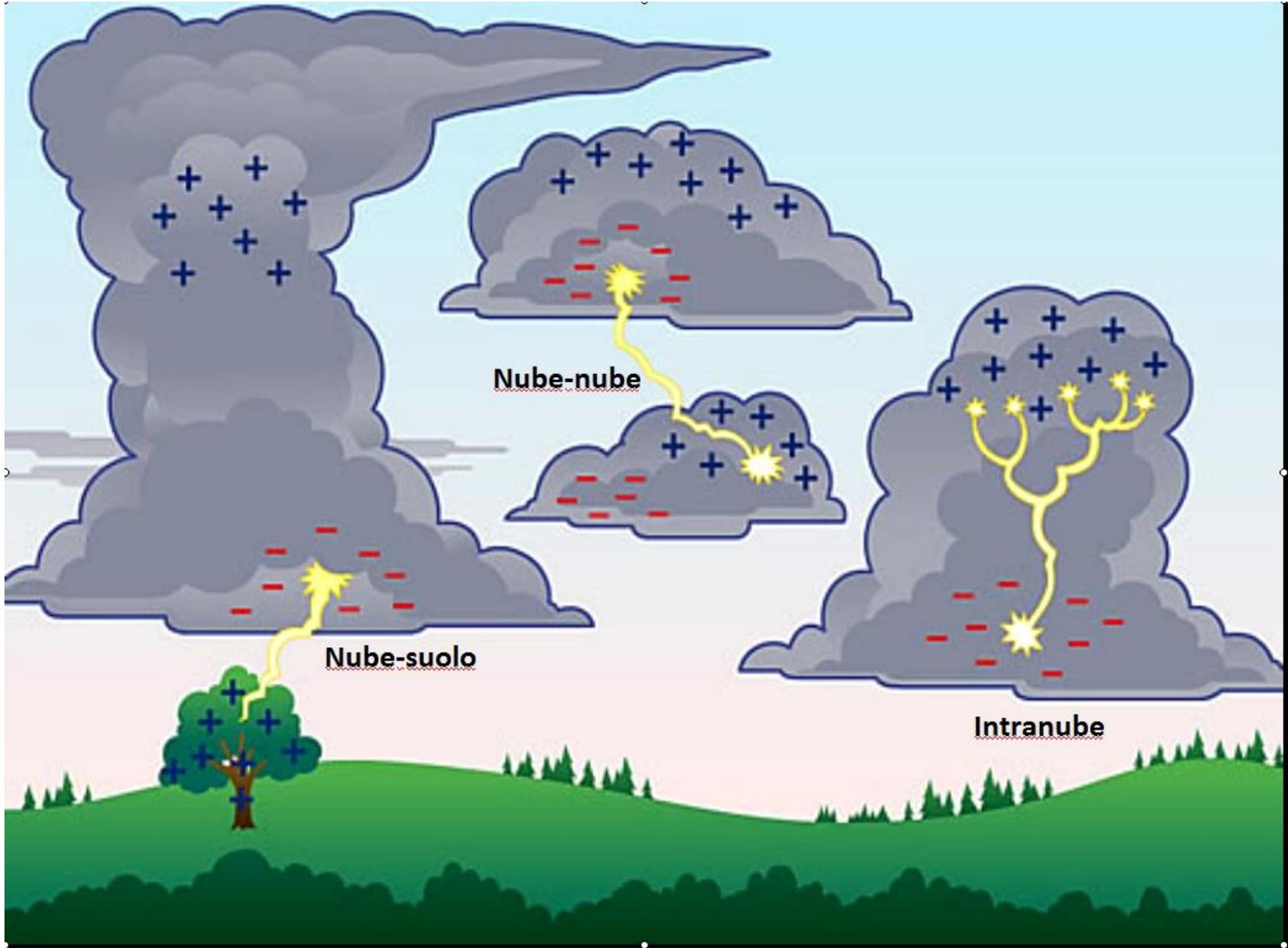
► Nell'asciugacapelli il calore riscalda l'aria.



Il kilowattora

- Ricordiamo che l'unità di misura della potenza nel S.I. è il **watt (W)**: $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / 1 \text{ s}$, quindi $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \times 1 \text{ s}$;
- i consumi di **energia** elettrica generalmente non sono espressi in joule, ma in **kilowattora (kWh)**:
- *un kilowattora è l'energia assorbita in un'ora da un dispositivo che assorbe una potenza di 1000 W:*

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

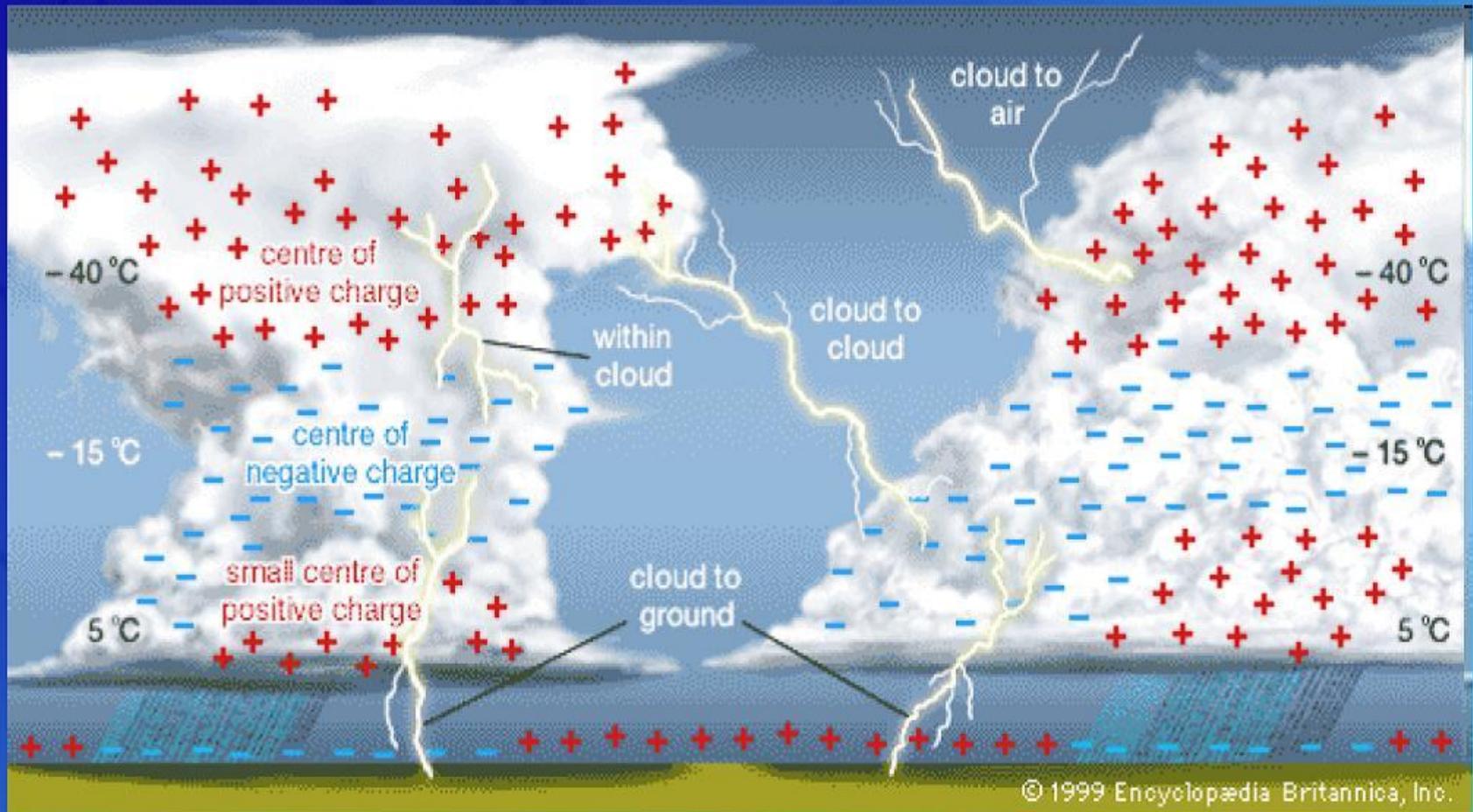


Nube-nube

Nube-suolo

Intranube

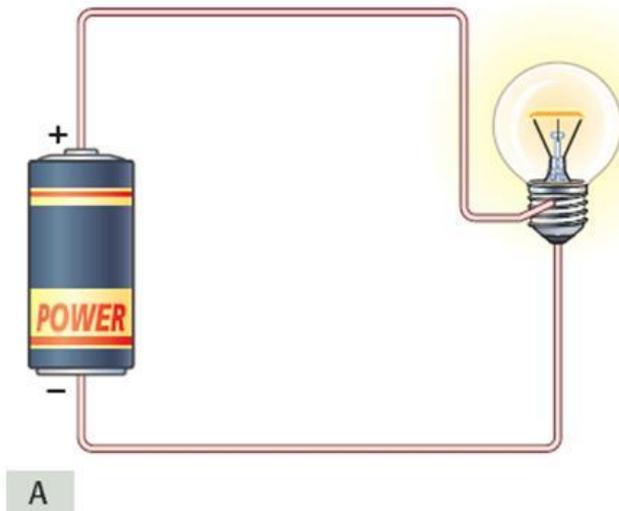
Le cariche si dispongono alla sommità, alla base e in sacche interne della nube, in seguito a forze elettriche, di gravità, di viscosità, convettive...



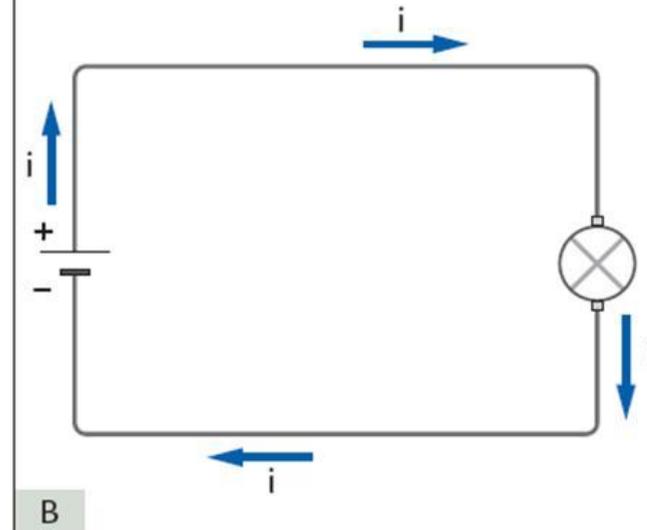
I circuiti elettrici

- Un **circuito elettrico** è un insieme di conduttori connessi in modo continuo e collegati a un generatore.

► Il circuito è formato da una pila e da tre conduttori: una lampadina e due fili di rame.



► Esso è rappresentato da uno *schema*, in cui è indicato il verso convenzionale della corrente.

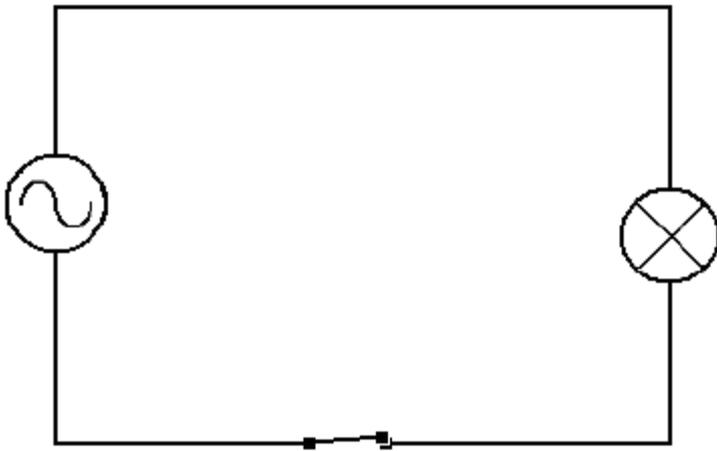


Circuito chiuso Vs Circuito aperto

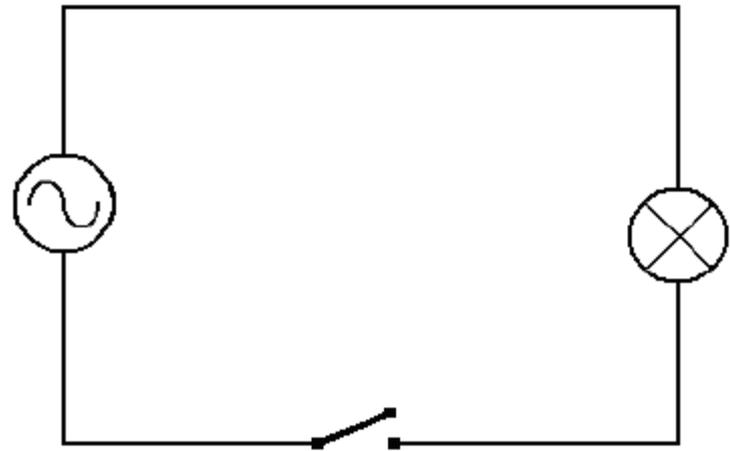
Un circuito si dice **chiuso**, se al suo interno può circolare una corrente.

Un circuito invece si dice **aperto**, se nell'insieme di conduttori che lo costituisce vi è un'interruzione tale da impedire il passaggio di corrente.

circuito chiuso



circuito aperto

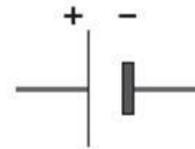


I circuiti elettrici

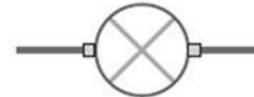
- Ciascun elemento di un circuito è rappresentato da un simbolo.

SIMBOLI ELETTRICI

Generatore di tensione continua



Lampadina



Conduttore ideale



Interruttore aperto

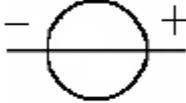


Interruttore chiuso



- Se il circuito è **chiuso** (senza interruzioni) c'è passaggio di corrente; se è **aperto** non vi fluisce corrente.

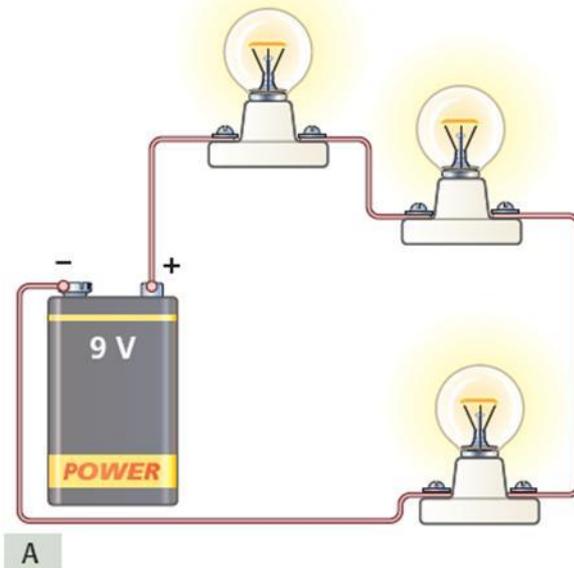
Simboli usati negli schemi

	Generatore di tensione continua
	Generatore di tensione alternata
	Interruttore
	Lampada
	Resistore (o "Resistenza")
	Derivazione

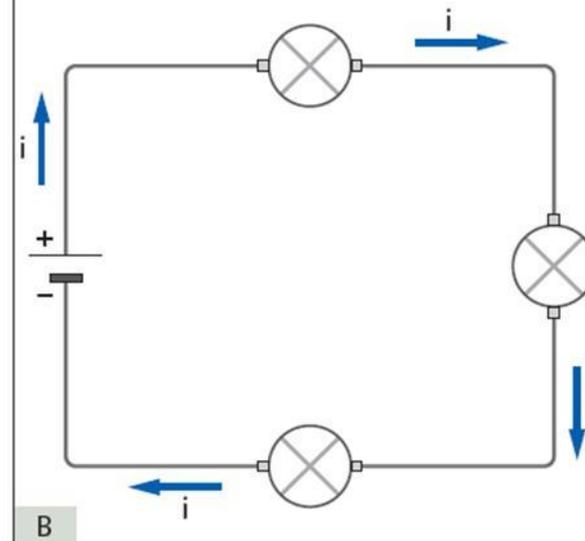
Collegamento in serie

- Più conduttori sono **connessi in serie** se sono posti in *successione* tra loro. In essi fluisce la **stessa corrente elettrica**.

► Le tre lampadine sono collegate *in serie*, cioè una di seguito all'altra.



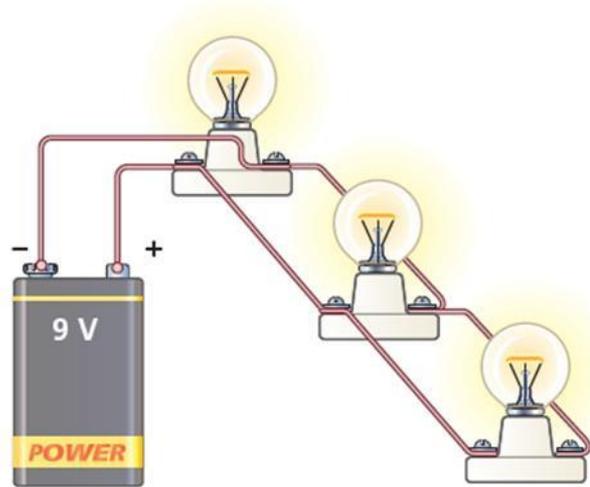
► Lo schema mette in evidenza che in ogni lampadina passa la stessa corrente.



Collegamento in parallelo

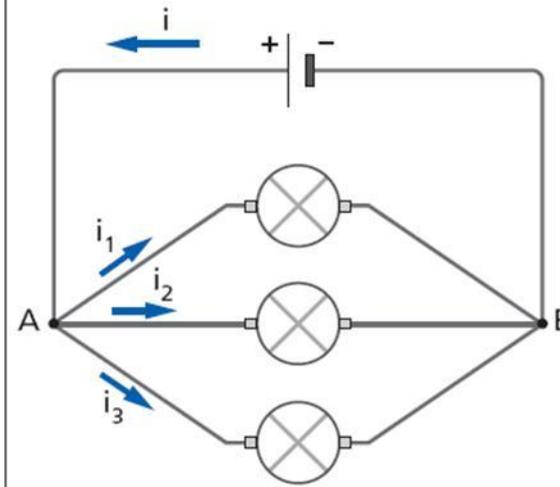
- Più conduttori sono **connessi in parallelo** se hanno sia le prime che le seconde estremità connesse tra loro. Ai loro capi c'è la **stessa differenza di potenziale**.

► Le tre lampadine sono collegate *in parallelo*: gli estremi di sinistra sono connessi tra loro e anche gli estremi di destra sono connessi tra loro.



A

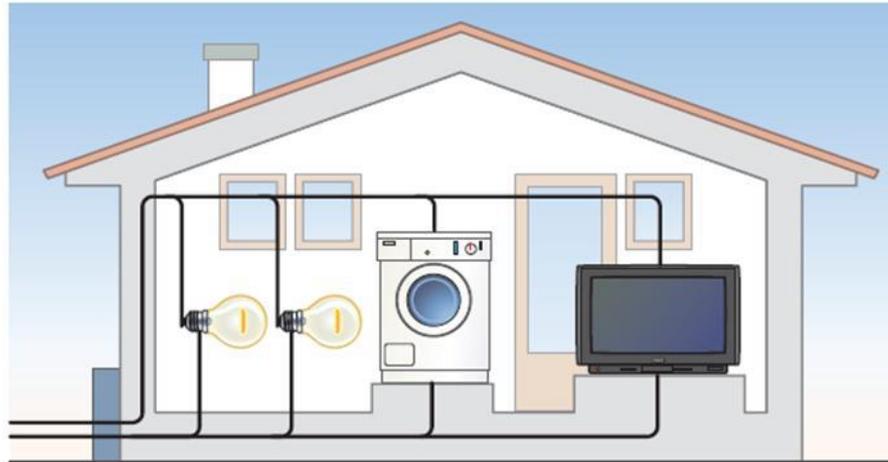
► Lo schema mette in evidenza che la corrente si divide in tre rami nell'estremo di sinistra e si ricongiunge nell'estremo di destra.



B

Collegamento in serie e parallelo

- Le lampadine dell'albero di Natale sono connesse in serie: se una si rompe, il circuito si apre, non passa più corrente e tutte si spengono;
- gli elettrodomestici dell'impianto di casa sono connessi in parallelo: sono tutti indipendenti.

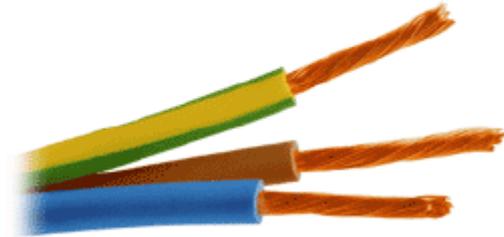


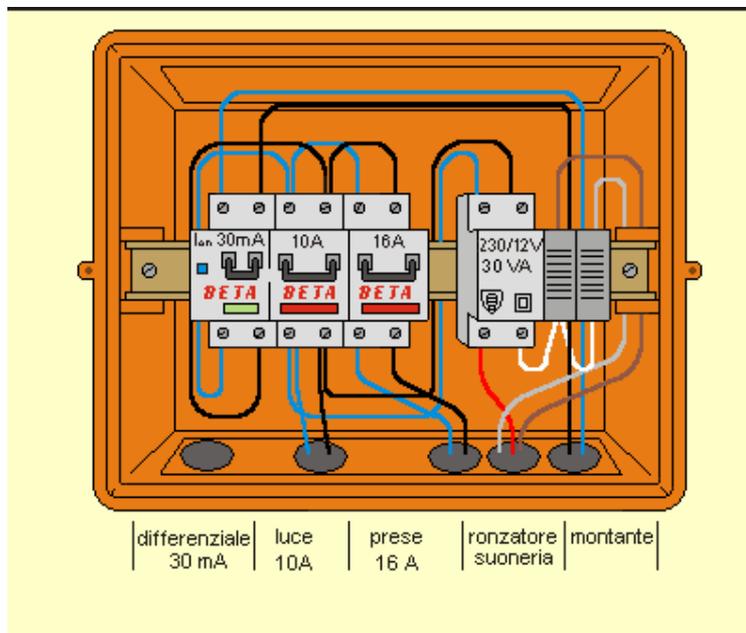
Classificazione dei materiali

ISOLANTI – Non si lasciano attraversare dalla corrente elettrica, in quanto tutti gli elettroni degli atomi di questi materiali sono fortemente legati ai nuclei (**assenza di elettroni di conduzione**). La guaina che riveste i cavi di rame è un tipico esempio di isolante elettrico. Altri esempi sono: vetro, porcellana, carta, gomma, PVC, ...

CONDUTTORI – Si lasciano facilmente attraversare dalla corrente elettrica, grazie alla **forte disponibilità di elettroni di conduzione**. Tutti i metalli sono buoni conduttori, in particolare: rame, alluminio, oro, argento, ferro. L'acqua è un conduttore ?

SEMICONDUTTORI – Questi materiali (silicio, germanio, arseniuro di gallio) mostrano un **comportamento intermedio**, e hanno raggiunto una grande importanza in elettronica nella costruzione dei circuiti integrati.





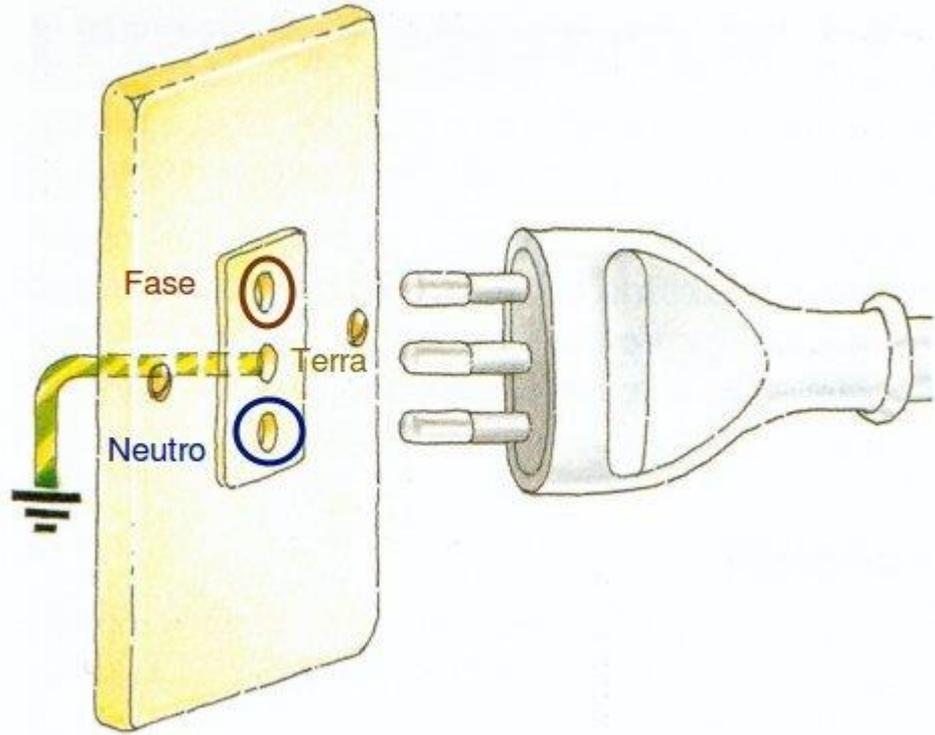
Il quadro di distribuzione

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

Il contatore

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.

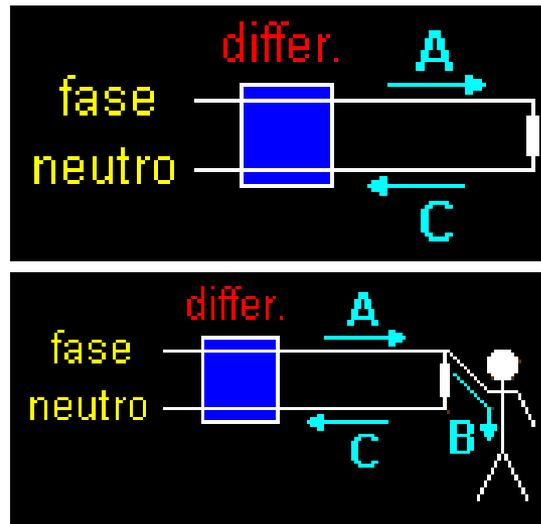






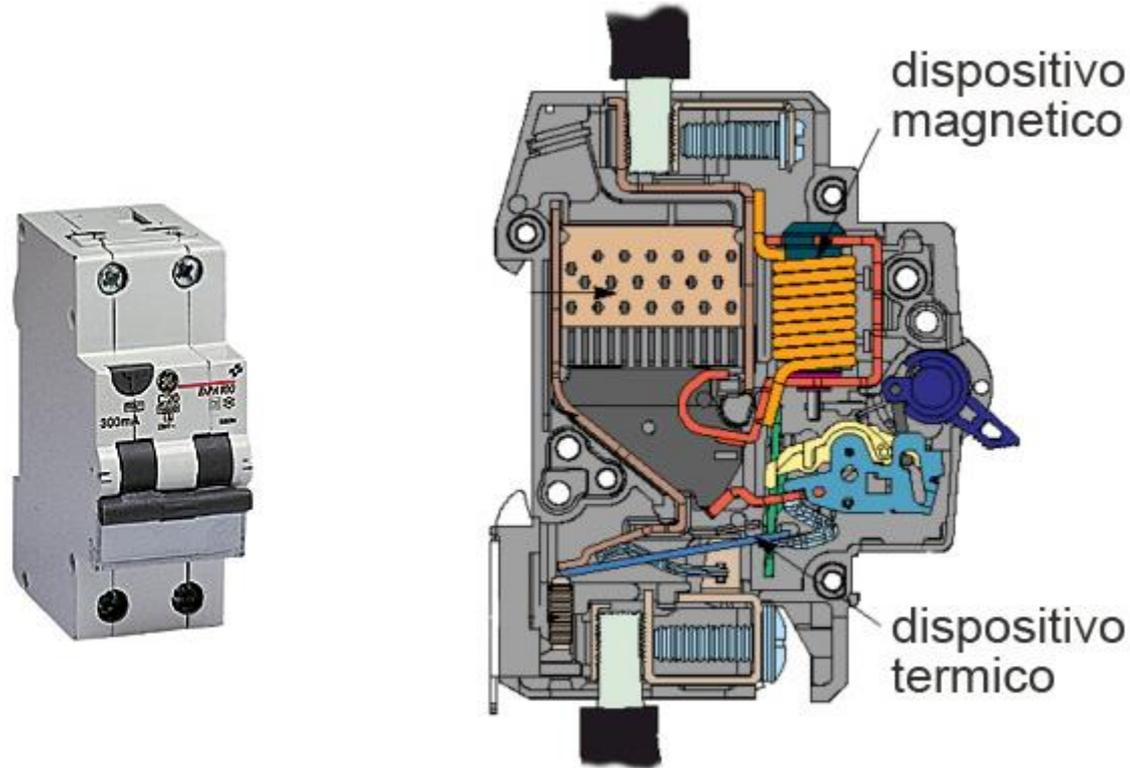
L'interruttore differenziale

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.



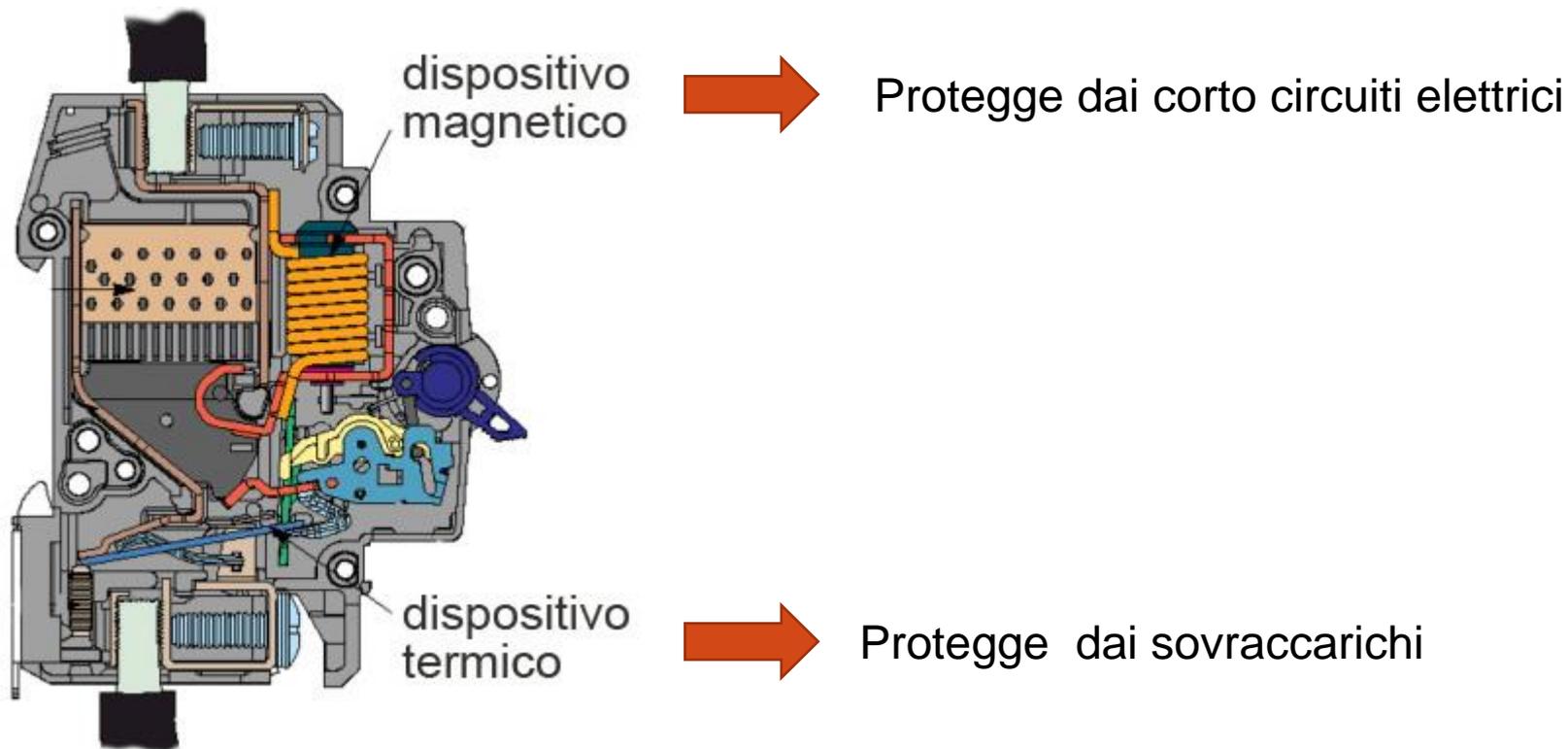
L'interruttore differenziale controlla il valore della corrente entrante ed uscente di un circuito e nel caso la differenza delle due correnti superi un certo valore interrompe il circuito.

Gli interruttori automatici magnetotermici



Gli interruttori automatici magnetotermici 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).

Gli interruttori automatici magnetotermici



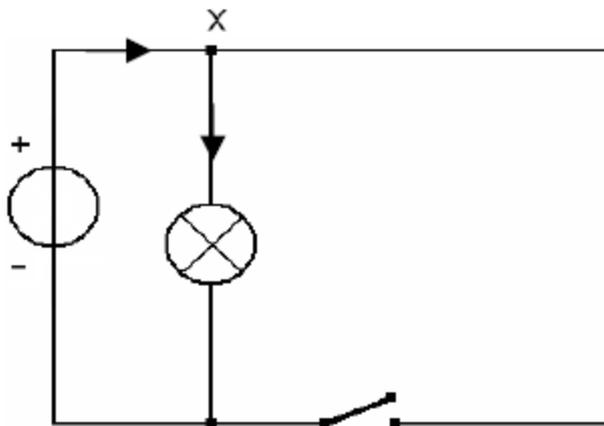
Ogni interruttore ha la funzione di proteggere l'impianto e gli utilizzatori dal fenomeno del corto circuito e dai sovraccarichi di corrente che si presentano quando nell'impianto sono inseriti troppi utilizzatori e quindi la somma delle correnti assorbite dagli stessi è superiore a quella che può circolare nell'interruttore.

Il cortocircuito

Analizziamo il comportamento del circuito disegnato in questa slide.

Quando l'interruttore è aperto, il circuito si comporta in modo corretto (perché?).

Quando invece l'interruttore è chiuso, gli elettroni che formano la corrente, arrivati alla derivazione "x", che percorso seguiranno? La risposta più naturale sarebbe: gli elettroni si ripartiscono tra i due percorsi. Purtroppo l'utilizzatore (lampadina) ha una resistenza molto più grande di quella del solo cavo (di cortocircuito) che gli elettroni trovano proseguendo a destra. Per cui **la corrente scorrerà praticamente tutta attraverso il collegamento di cortocircuito**, e con intensità molto elevata (perché?).



Il termine "cortocircuito" è usato proprio per indicare un **collegamento diretto tra i due poli del generatore**, cioè un collegamento che non passa attraverso alcun utilizzatore.

DIFFERENZE FRA SOVRACCARICO E PERDITE

	Sovraccarico	Perdita
Intensità di corrente	Elevata	Anche molto piccola
Percorso della corrente	Sempre interna all'impianto	Parte che fuoriesce dall'impianto
Rischi	Consumo elevato; riscaldamento conduttori con rischio di fusione	Elettrocuzione di persone e animali



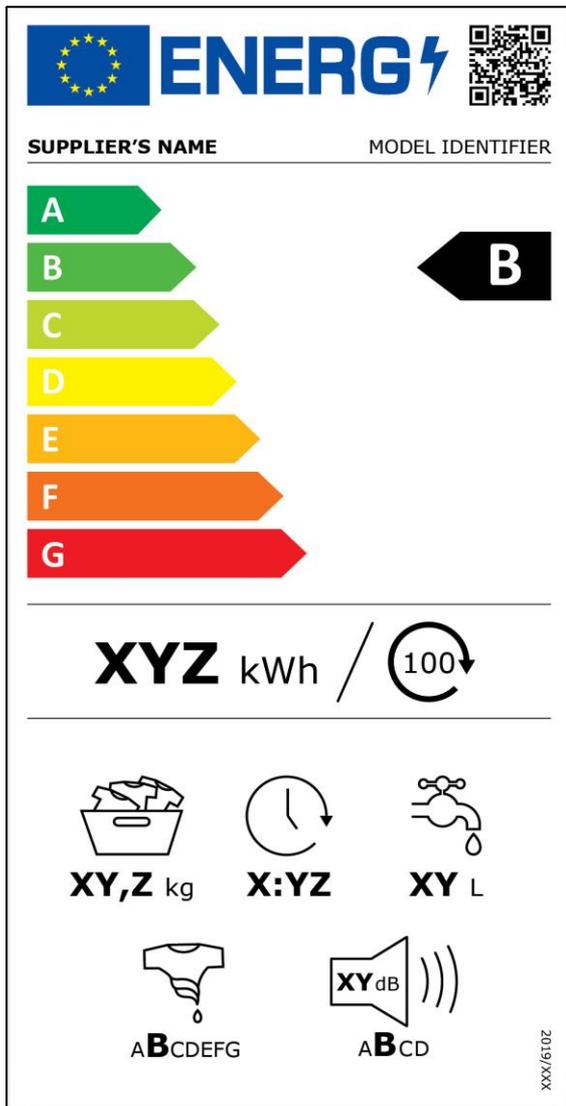
Figura 1.
Spina "Shuko" (standard franco/tedesco)



Figura 1.
Prese a parete di vario tipo



Figura 1.
Adattatori: quello a sinistra per collegare una spina tedesca ad una presa italiana da 16 A; quello a destra consente di collegare ad una presa da 16 A una spina italiana sia da 16 A che da 10 A



Classe	Consumo kWh/100 cicli	Costo per l'energia elettrica (€*)
A	Uguale/inferiore a 47	Uguale/inferiore a 9 €
B	Da 54 a 48	Da 10 € a 9 €
C	Da 62 a 55	Da 12 € a 10 €
D	Da 72 a 63	Da 14 € a 12 €
E	Da 82 a 73	Da 16 € a 14 €
F	Da 92 a 83	Da 18 € a 16 €
G	Superiore a 92	Superiore a 18 €

* Costo di un kWh: 0,19 €

Figura 1.

Consumi energetici e costi medi per le diverse classi energetiche di una lavatrice.

Figura 2.

Etichetta energetica di una lavatrice.