

Fondamentali di elettrotecnica

Carica elettrica: come è noto dallo studio degli atomi, i protoni hanno carica elettrica positiva, gli elettroni hanno carica elettrica negativa. La carica elettrica si indica con la lettera Q e la sua unità di misura è il Coulomb, C. I noti dispositivi che chiamiamo genericamente elettrici espletano la funzione per cui sono stati concepiti sfruttando il movimento delle cariche elettriche nei materiali. In particolare, le cariche che si muovono nel materiale solido sono le cariche negative, cioè gli elettroni.

Corrente elettrica: è il flusso di elettroni in movimento in un materiale, è la quantità di carica che attraversa una sezione del materiale nell'unità di tempo. L'intensità di corrente elettrica si indica con la lettera I e la sua unità di misura è l'Ampere A.

Conduttore: è il materiale attraversato dalla corrente elettrica. Tutti i materiali possono condurre corrente, tuttavia, dal punto di vista della possibilità di essere attraversati dalla corrente elettrica, la differenza fra i diversi materiali è data dalla resistenza che offrono al passaggio della corrente. Ogni materiale è caratterizzato da una resistenza che oppone ad essere attraversato dalla corrente elettrica. Tale resistenza è quantizzata dalla cosiddetta resistività elettrica ρ , essa rientra nelle proprietà fisiche di un materiale.

Per fare in modo che un materiale con una resistività elevata, sia attraversato dalla stessa corrente elettrica di un materiale con resistività più bassa, occorrerà che la “forza che spinge gli elettroni” sia più elevata.

Tutti i materiali possono condurre corrente se si dispone di una “forza che spinge gli elettroni” sufficientemente elevata.

I materiali con bassa resistività elettrica vengono definiti buoni conduttori. I più comuni ed utilizzati fra questi sono i metalli. Infatti, il particolare legame fra gli atomi di un metallo offre poca resistenza allo spostamento degli elettroni, così come studiato in chimica. Nelle applicazioni elettriche, ovviamente, conviene utilizzare materiali a bassa resistività ma sono anche utili materiali meno conduttori. Così come nel campo della meccanica pur ricercando continuamente la bassa resistenza all'avanzamento dei mezzi, se questi non avessero i freni il loro utilizzo sarebbe meno efficiente, così anche nel campo delle applicazioni elettriche sono utili anche materiali ad alta resistività elettrica. Ad esempio le guaine isolanti dei fili elettrici, se non esistesse la plastica che li isola, l'utilizzo dei quei fili metallici sarebbe più complicato a causa degli effetti negativi che ha la corrente elettrica sugli esseri viventi.

La resistività elettrica è stata quantizzata alla resistenza elettrica R di cui parleremo più avanti. Per adesso, introduciamo la resistenza elettrica che si indica con la lettera R e la cui unità di misura è la lettera greca omega Ω e si dice “ohm”. A partire dall'oggetto materiale che conduce corrente, questa resistenza è tanto più grande quanto più lungo è il percorso L che deve compiere la corrente è tanto più bassa quanto più è grande la sezione S di passaggio della corrente, infine dipende dal materiale. In un filo elettrico, L corrisponde alla lunghezza del filo, S corrisponde all'area della sua sezione trasversale. In termini di matematici, questo concetto si esprime con la formula conosciuta come seconda legge di Ohm:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

La resistività elettrica ρ è proprio quel parametro che fa la differenza di resistenza fra un materiale e l'altro a parità di lunghezza e di sezione. Se ricaviamo ρ facendo la formula inversa si ha:

$$\rho = R \cdot \frac{S}{L}$$

Da questo punto di vista si può definire la ρ come la resistenza di un materiale di lunghezza e sezione unitari, è la resistenza specifica, rispetto alla lunghezza ed alla sezione.

Riportiamo una tabella con i valori della resistività di alcuni materiali

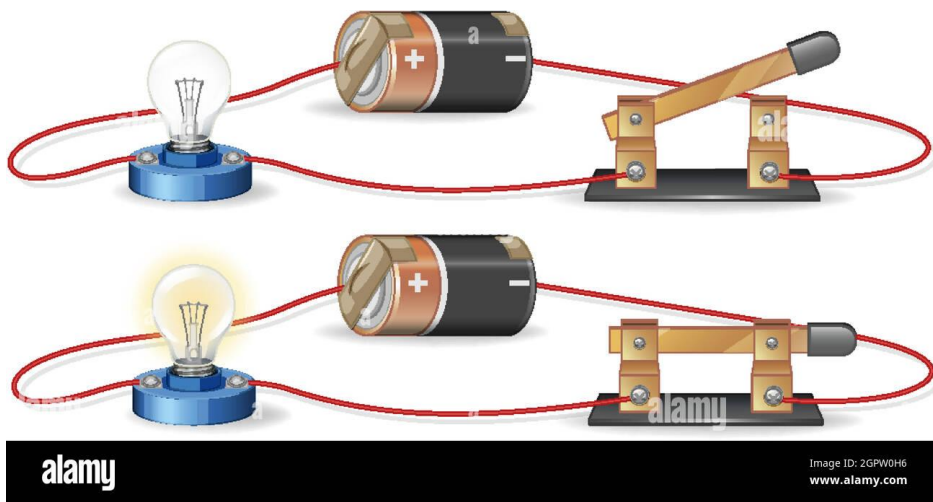
Materiale	Resistività (Ωm)
Grafene trasparente	$1,00 \times 10^{-8}$
Argento	$1,62 \times 10^{-8}$
Rame	$1,68 \times 10^{-8}$
Oro	$2,35 \times 10^{-8}$
Alluminio	$2,75 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5,25 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$
Platino	$10,6 \times 10^{-8}$
Costantana	circa 50×10^{-8}
Nichel-Cromo	circa 106×10^{-8}
Kanthal	circa 140×10^{-8}
Acqua di mare	$2,00 \times 10^{-1}$
Acqua potabile	tra $2,00 \times 10^1$ e $2,00 \times 10^3$
Silicio puro (non drogato)	$2,5 \times 10^3$
Vetro	tra 10^{10} e 10^{14}
Quarzo fuso	circa 10^{16}

Prestare attenzione all'unità di misura con cui è espressa la resistività: $\Omega \cdot m$, ohm per metro. Questo vuol dire che se si utilizzano questi valori nella formula vista prima per il calcolo della R, la lunghezza deve essere espressa in metri e la sezione in metri quadri. Se si trovano dei valori di ρ con l'unità $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$ allora la lunghezza va in metri e la sezione in millimetri quadri.

Campo elettrico: altri quasi sinonimi sono, differenza di potenziale, voltaggio (dal nome dell'unità di misura V volt come Volta Alessandro), forza elettromotrice. Il campo elettrico è una regione dello spazio nella quale una carica è sottoposta ad una forza. Possiamo fare un paragone col campo magnetico: una calamita genera un campo magnetico, quindi, se nello spazio intorno alla calamita dove il campo magnetico è sufficientemente elevato posizioniamo un pezzettino di ferro, esso è sottoposto ad una forza detta forza magnetica. Il campo elettrico è quella entità che produce la "forza che spinge gli elettroni" citata precedentemente.

Un campo elettrico facile da procurarsi è fornito da una batteria. Non è un generatore di corrente, è un accumulatore, un serbatoio di cariche. Ai due poli è disponibile una differenza di potenziale.

Facciamo dei ragionamenti su un semplice utilizzo di una batteria: un circuito per accendere una lampadina



Il dispositivo a leva è il cosiddetto interruttore.

Nella rappresentazione in alto della figura in alto, la leva è sollevata ed il circuito è aperto. Nonostante esista la differenza di potenziale gli elettroni non possono attraversare il circuito; la lampadina non è alimentata e non produce la luce.

Nella rappresentazione in basso della figura in alto, la leva è abbassata ed il circuito è chiuso. La differenza di potenziale spinge gli elettroni ad attraversare il circuito, nel circuito circola corrente; la lampadina è alimentata e produce la luce.

Le grandezze fisiche coinvolte in questo semplice fenomeno di fare in modo che un utilizzatore, la lampadina, assolva la funzione per cui è stato inventato, cioè produca luce sono:

La differenza di potenziale disponibile ai poli della batteria, V .

La corrente I alla quale è dovuta l'emissione di luce da parte della lampadina.

La resistenza R che i materiali dei tutti i componenti del circuito oppongono al passaggio della corrente.

Queste tre grandezze sono collegate fra loro dalla cosiddetta prima legge di Ohm:

$$V = R \cdot I$$

La possiamo interpretare nel seguente modo: V è la differenza di potenziale che si deve applicare ad un circuito di resistenza R affinché sia attraversato dalla corrente I .

Se facciamo la formula inversa per ricavare I , si dice “risolviamo l'equazione rispetto alla variabile I ” si ottiene:

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

La possiamo interpretare nel seguente modo: I è la corrente che circola in un circuito di resistenza R quando vi è applicata la differenza di potenziale V .

Se facciamo la formula inversa per ricavare R, si dice “risolviamo l’equazione rispetto alla variabile R” si ottiene:

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

La possiamo interpretare nel seguente modo: R è la resistenza che deve avere il circuito affinché circoli la corrente I quando vi è applicata la differenza di potenziale V.

Le caratteristiche fondamentali di una batteria sono:

La differenza di potenziale misurata in volt V.

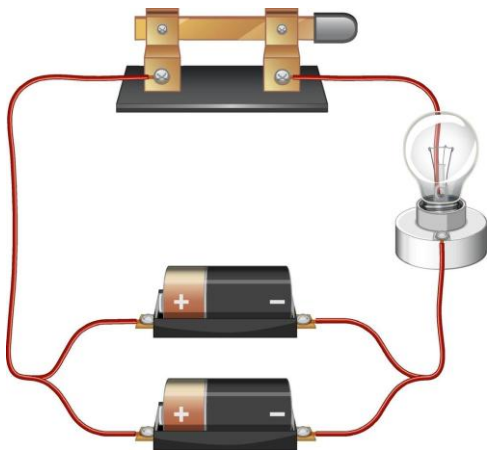
La capacità, la carica. E’ quantizzata in Amper per ora Ah. Per batterie di piccole capacità si utilizza il milli Amper per ora mAh. Se una batteria ha una capacità di 1Ah, vuol dire che se alimentasse un circuito, mettiamo per accendere una lampadina, ed il circuito fosse attraversato da una corrente di 1A, la batteria passerebbe da completamente carica a completamente scarica in 1 ora di tempo.

Batterie ed utilizzatori possono essere collegati in due differenti modi detti in serie ed in parallelo.

Due componenti si dicono collegati in parallelo quando fra i due poli vi è la stessa differenza di potenziale

Due componenti si dicono collegati in serie quando sono attraversati dalla stessa corrente

Batterie in parallelo

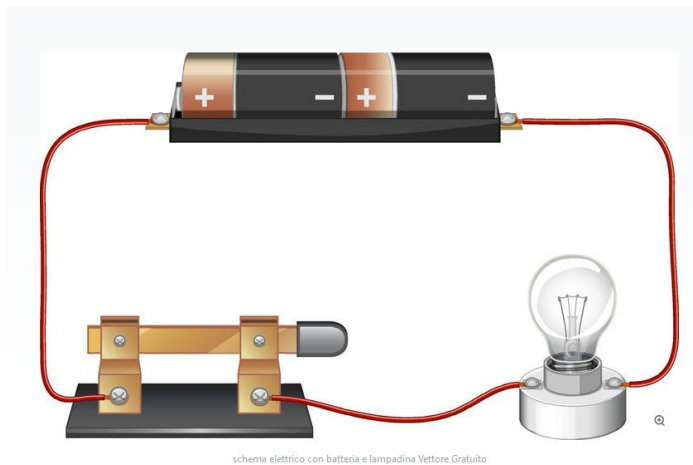


La differenza di potenziale fra i poli positivo e negativo del complessivo delle due batterie, punti di giunzione dei fili elettrici, è la stessa; 1,5 volt per questo tipo di batteria.

Se la differenza di potenziale cui è sottoposto il circuito è la stessa che si otterrebbe con una sola batteria, resistenza è la stessa, in base alla prima legge di Ohm, sarà la stessa anche la corrente.

Ci si chiede allora quale sia il vantaggio di utilizzare due batterie collegate in questo modo. Il vantaggio è avere due serbatoi di cariche anziché uno solo, la capacità delle batterie si somma. Il tempo per il quale la lampadina resterà accesa sarà il doppio rispetto al circuito con una batteria.

Batterie in serie



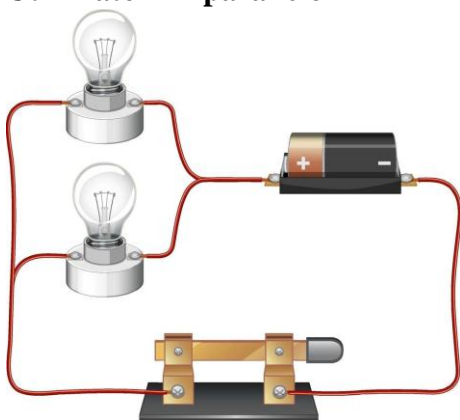
La differenza di potenziale fra i poli positivo e negativo del complessivo delle due batterie, è la somma del potenziale di ciascuna batteria, 1,5 volt per una sola batteria di questo tipo, 3 volt fra il polo positivo della batteria di sinistra ed il polo negativo della batteria di destra.

Se la differenza di potenziale cui è sottoposto il circuito è doppia rispetto a quella che si otterrebbe con una sola batteria, la resistenza è la stessa, in base alla prima legge di Ohm, sarà doppia anche la corrente.

Ci si chiede quale sia il vantaggio di utilizzare due batterie collegate in questo modo. Il vantaggio è la corrente doppia renderà la lampadina più luminosa, ammesso che il filamento non raggiunga la temperatura di fusione.

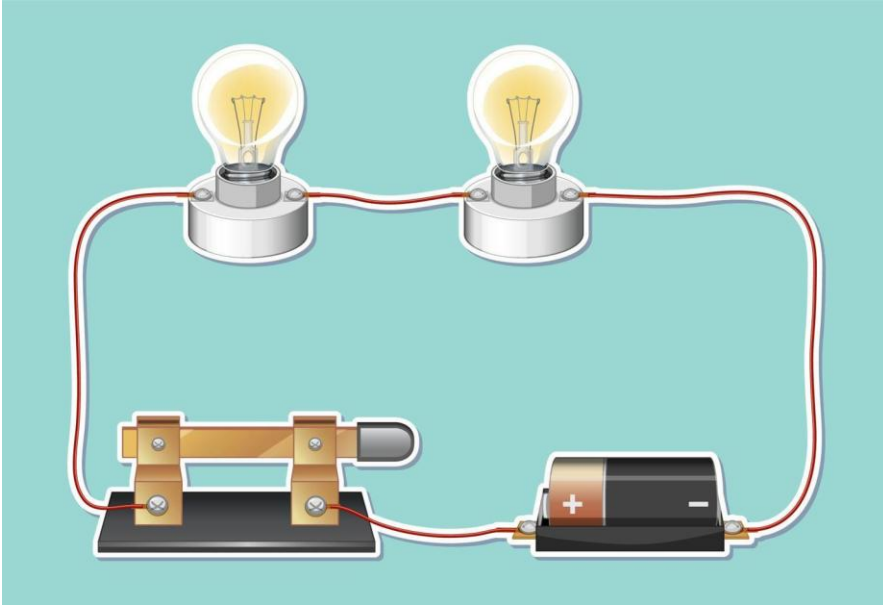
Avere due serbatoi di cariche anziché uno solo raddoppia la capacità delle batterie ma la corrente è doppia, cioè la quantità di cariche che fuoriescono dalle batterie nell'unità di tempo è anchessa doppia. Il tempo per il quale la lampadina resterà accesa sarà lo stesso rispetto al circuito con una batteria.

Utilizzatori in parallelo



Senza utilizzare formule, possiamo dire che la corrente ha due vie di passaggio di uguale resistenza quindi la resistenza complessiva delle due lampadine collegate in parallelo è inferiore rispetto a quella di una sola lampadina. In base alla prima legge di Ohm, la corrente aumenta ma si suddivide fra le due lampadine. In definitiva ciascuna delle due lampadine produrrà la stessa luminosità di un circuito con una sola lampadina ma la batteria durerà la metà.

Utilizzatori in serie

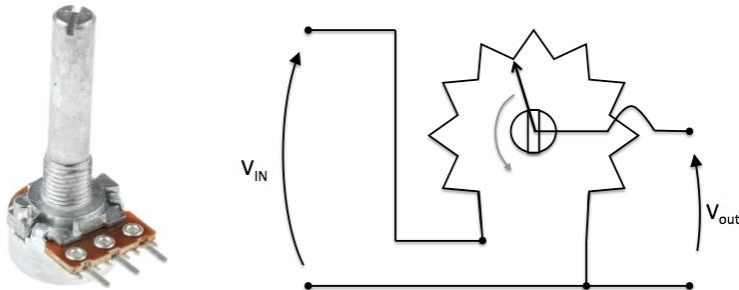


In questo circuito, le resistenze delle due lampadine si sommano, nel caso di lampadine uguali, la resistenza del circuito raddoppia, quindi, sempre in base alla prima legge di Ohm, la corrente diventa la metà. Ciascuna delle due lampadine sarà meno luminosa rispetto a quella di un circuito con una sola lampadina. La batteria si scaricherà nel doppio del tempo.

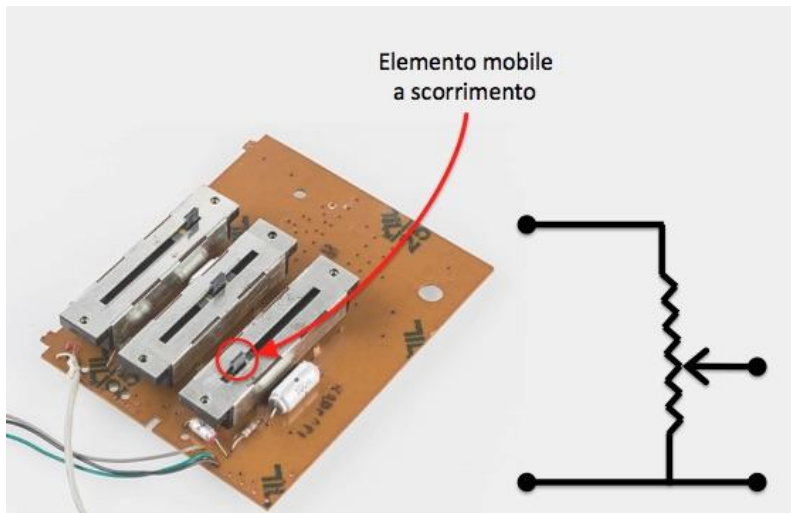
Reostato o partitore di tensione o potenziometro

E' un dispositivo che fornisce una resistenza variabile

Potenziometro a rotazione



Potenziometro lineare



Ai capi della resistenza , a sinistra, si applica una differenza di potenziale V_{in} . Ai morsetti di destra si ottiene una differenza di potenziale V_{out} .

Se il contatto strisciante rappresentato dalla freccia è posizionato tutto a sinistra per il potenziometro a rotazione e tutto in alto per il potenziometro a scorrimento lineare, Il potenziale in uscita sarà uguale al potenziale in ingresso V_{in} . Questo perché la corrente non attraversa nessuna resistenza nel passaggio da in ad out.

Se il contatto strisciante rappresentato dalla freccia è posizionato tutto a destra per il potenziometro a rotazione e tutto in basso per il potenziometro a scorrimento lineare, Il potenziale in uscita sarà zero. Questo perché entrambe i poli di destra, gli out, sono collegati col polo negativo in di sinistra.

Se il contatto strisciante rappresentato dalla freccia ha una posizione intermedia, il potenziale V_{in} avrà un valore intermedio fra V_{in} e zero. In particolare, teoricamente , la variazione è proporzionale, cioè, se posiziono il cursore a metà, il potenziale V_{out} sarà la metà di V_{in} .