

## LA CORRENTE ELETTRICA CONTINUA

(Fenomeno, indipendente dal tempo, che si osserva nei corpi conduttori quando le cariche elettriche fluiscono in essi.)

Un conduttore metallico è in equilibrio elettrostatico se il campo elettrico  $E$  è nullo in tutti i suoi punti interni, ossia se tutti i suoi punti si trovano allo stesso potenziale.

Se, invece, fra due punti A e B di un conduttore esiste una differenza di potenziale, esso non può trovarsi in equilibrio elettrico perché  $E$  non è più nullo e imprime agli elettroni un moto ordinato verso i punti a potenziale maggiore  $\Rightarrow$  **il conduttore è percorso da una corrente elettrica.**



In generale, si dice che: **un conduttore è percorso da una corrente elettrica, quando al suo interno vi è una migrazione di particelle cariche.**

La condizione perché possa aver luogo il passaggio della corrente è che **ai capi del conduttore vi sia una differenza di potenziale.**

Si definisce **intensità della corrente elettrica  $i$**  che passa in un conduttore, la quantità di elettricità  $\Delta Q$  che attraversa una sua sezione (trasversale) nell'intervallo di tempo  $\Delta t$ , divisa per  $\Delta t$ , cioè:

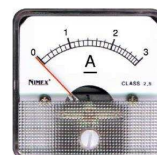
$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Si tratta di una nuova grandezza fisica (scalare) la cui unità di misura nel Sistema Internazionale è l'**ampère (A)**:

$$1 \text{ ampere} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ secondo}}$$



André-Marie Ampère (1775-1836)

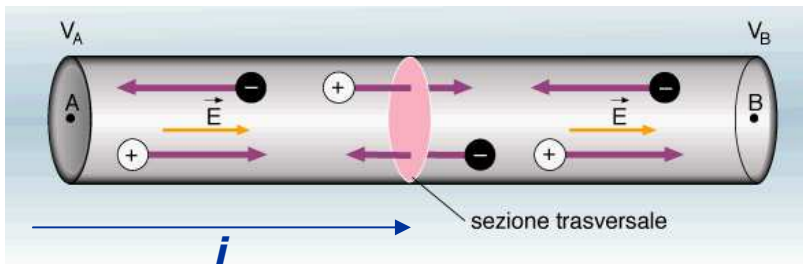


Amperometro

## IL VERSO DELLA CORRENTE

In un qualunque sistema continuo di conduttori, gli elettroni fluiscono dal punto a potenziale minore verso quello a potenziale più alto.

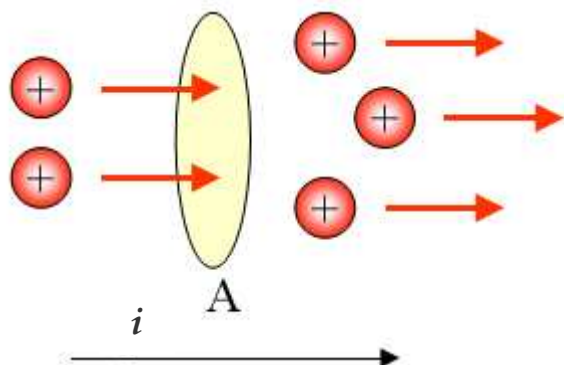
Come verso convenzionale della corrente si adotta invece quello che va dal punto a potenziale più alto al punto a potenziale più basso.



$$V_A > V_B$$

Ciò è dovuto al fatto che la scoperta dell'elettrone risale alla fine del XIX sec., mentre quella della conduzione elettrica risale alla fine del XVIII secolo.

I fisici del tempo, non conoscendo la struttura elettrica della materia, non sapevano se la conduzione fosse dovuta al moto delle cariche positive o negative e preferirono supporre che fosse dovuto al moto di cariche positive.



Tutte le leggi che vennero in seguito enunciate si fondarono su tale presupposto. Oggi non è possibile impostare lo studio della conduzione in termini elettronici perché ciò comporterebbe la modifica di leggi e regole.

## CORRENTE CONTINUA

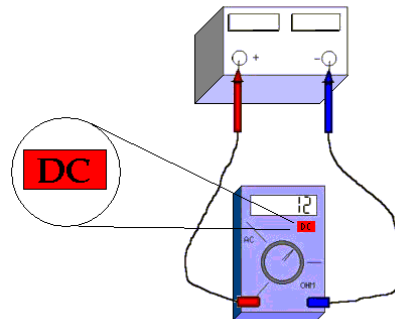
Una *corrente* si dice *continua* (o stazionaria) quando la sua intensità non cambia nel tempo.

In questo caso risulta:

$$\Delta Q = i \cdot \Delta t$$

Quindi:

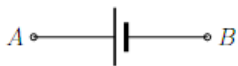
*In una corrente continua, la quantità di carica che attraversa una sezione di un filo metallico è direttamente proporzionale al tempo trascorso.*



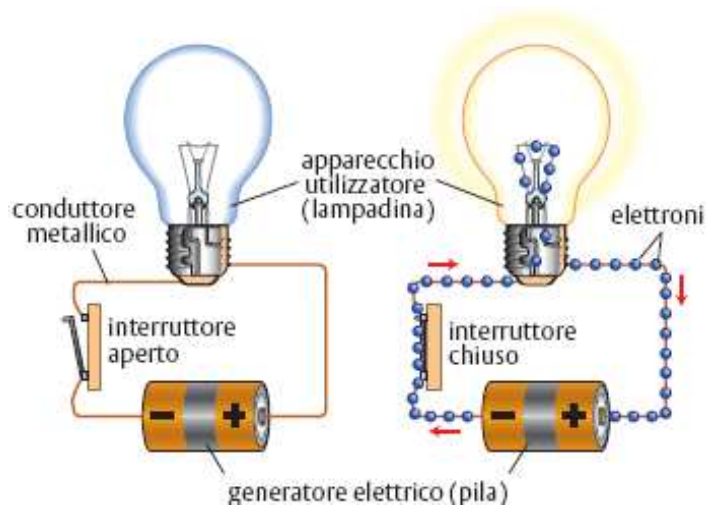
Su alimentatori e altri dispositivi la corrente continua è indicata con il simbolo **DC**.

## GENERATORE IDEALE DI TENSIONE

Un generatore di tensione, è un dispositivo in grado di mantenere una differenza di potenziale costante fra i suoi poli (o morsetti) indipendentemente dall'intensità di corrente e per un tempo indeterminato.



Simbolo per le batterie, o pile dove il segmento più lungo indica il punto a potenziale più alto.

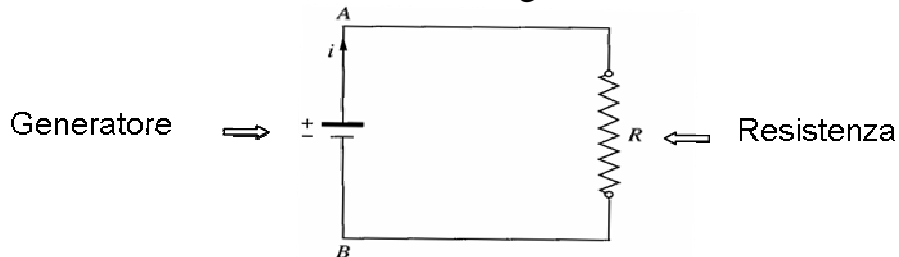


Preleva le cariche positive dove il potenziale è più basso e le trasporta dove il potenziale è più alto. Le cariche giunte nei punti a potenziale più alto scendono naturalmente lungo il dislivello elettrico creando una corrente elettrica.

## CIRCUITO ELETTRICO

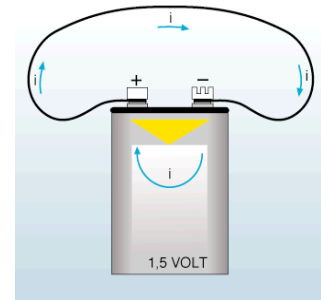
Perché in un conduttore si abbia passaggio di corrente continua, esso deve essere inserito un **circuito elettrico**.

Questo è costituito da una **successione ininterrotta di conduttori** (*componenti del circuito*), in cui deve anche essere inserito un generatore di tensione continua.

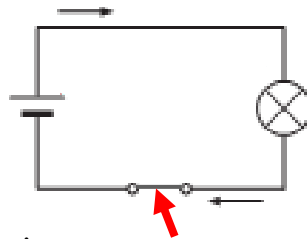


I componenti del circuito possono essere di diversa natura:

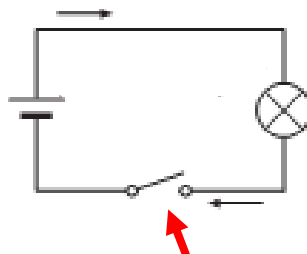
- *conduttori solidi* (fili o, in generale, pezzi di metallo),
- *recipienti contenenti una soluzione*, in cui sono immerse due lamine metalliche (elettrodi),
- *tubi di materiale isolante contenenti un gas* e attraverso le cui pareti passano due sbarrette metalliche (elettrodi),
- *tubi elettronici e transistori*.



Il *circuito* è **chiuso**, se la successione dei conduttori che lo costituiscono è priva di interruzioni.



È invece **aperto**, se è interrotto in un punto.



Quando si apre un circuito, il passaggio della corrente si interrompe.

La *corrente continua* ha la proprietà fondamentale che *la sua intensità  $i$  ha lo stesso valore in tutte le sezioni del circuito*.

## SIMBOLI ELETTRICI

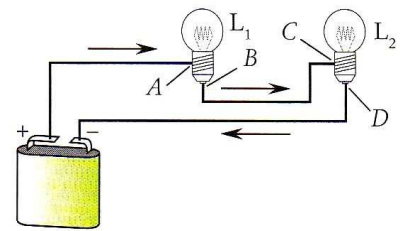
	pila
	batteria di pile
	lampada
	interruttore
	deviatore
	resistenza
	incrocio senza contatto
	incrocio con contatto

## COLLEGAMENTI TRA I COMPONENTI DI UN CIRCUITO

### ➤ Connessioni in serie

Si dice che due o più *conduttori* sono *collegati in serie*, quando sono disposti in successione, cioè uno di seguito all'altro.

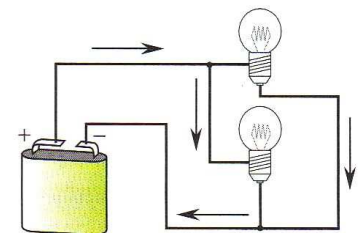
*I conduttori in serie sono percorsi dalla stessa corrente.*



### ➤ Connessioni in parallelo

Si dice che due o più *conduttori* sono *collegati in parallelo* (o in derivazione), quando hanno in comune sia il primo che il secondo estremo.

*Agli estremi di ciascuno dei conduttori collegati in parallelo è applicata la stessa differenza di potenziale.*



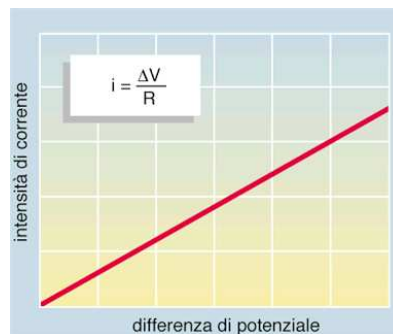
## LEGGI FONDAMENTALI DELLA CORRENTE ELETTRICA

### La prima legge di Ohm

Esiste una vasta categoria di conduttori, tra i quali i conduttori metallici, per i quali la relazione caratteristica, che lega l'intensità di corrente  $i$  alla differenza di potenziale  $\Delta V$  applicata, si riduce a una semplice relazione di proporzionalità, cioè:

$$i = \frac{\Delta V}{R}$$

dove  $R$  indica la costante di proporzionalità tra le grandezze  $i$  e  $\Delta V$  e viene denominata *resistenza elettrica*.



Il valore della resistenza elettrica di un elemento di un conduttore dipende dalle sue caratteristiche fisiche e dalla sua forma geometrica.

Questa formula ha il nome di **prima legge di Ohm** :

*Il rapporto fra la d.d.p.  $\Delta V$  tra due punti di un conduttore metallico a temperatura costante e l'intensità di corrente che fluisce in esso è costante.*

La prima legge di Ohm di solito è espressa dalla seguente relazione:

$$\Delta V = Ri$$

I conduttori che ubbidiscono alla legge di Ohm si chiamano *conduttori ohmici*.

La resistenza  $R$  è una grandezza fisica (scalare) la cui unità di misura nel Sistema Internazionale è l'**ohm** ( $\Omega$ ):

$$1 \text{ ohm} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ ampere}}$$

## La seconda legge di Ohm

Maggiore è la resistenza, minore è la corrente che passa nel circuito a cui è applicata una differenza di potenziale costante.

Un elemento di un circuito che presenta resistenza elettrica è detto **resistore**.

Nel caso di conduttori filiformi di sezione costante e omogenei è possibile individuare una precisa relazione fra le caratteristiche fisiche del conduttore, la sua forma geometrica e la resistenza elettrica.

Da risultati sperimentali si è ottenuto:



Nel caso di conduttori filiformi di sezione costante e omogenei è possibile individuare una precisa relazione fra le caratteristiche fisiche del conduttore, la sua forma geometrica e la resistenza elettrica.

Da risultati sperimentali si è ottenuto:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

in cui  $l$  rappresenta la lunghezza del filo conduttore,  $S$  la sua sezione e  $\rho$  una costante di proporzionalità, detta **resistività**, dipendente dalle caratteristiche fisiche del materiale di cui è fatto il conduttore.

La relazione (1) prende il nome di **seconda legge di Ohm**:

***In un filo conduttore la resistenza  $R$  è direttamente proporzionale alla lunghezza del filo ed inversamente proporzionale alla sua sezione.***

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

La **resistività**  $\rho = \frac{R \cdot S}{l}$  nel S.I. si misura in  $\Omega \cdot \text{m}$ .

Da esperimenti eseguiti si è constatato che la resistività dei metalli dipende anche dalla temperatura.

Si definisce **conduttività** la grandezza  $\sigma = \frac{1}{\rho}$  che, nel S.I. si misura in  $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  o

anche in **siemens** ( $\text{S} = \Omega^{-1}$ ) **al metro** ( $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ ).

## RESISTORI

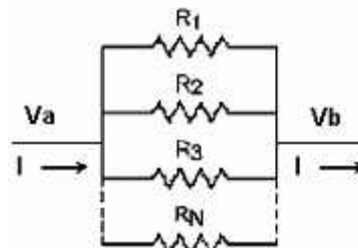
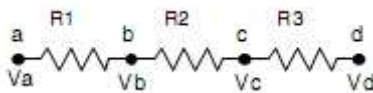
Si chiama **resistore** (spesso anche chiamato impropriamente *resistenza*) un conduttore che segue la prima legge di Ohm.



Il simbolo usato per indicare un resistore è:

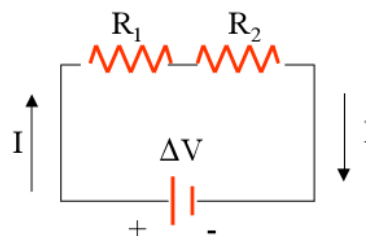
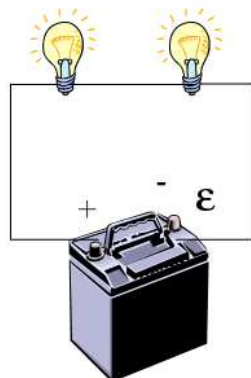


I resistori possono essere collegati in serie o in parallelo.



## COLLEGAMENTI DI RESISTORI

### Resistori in serie



Nel collegamento in serie i resistori vengono collegati in modo da avere un estremo solo in comune per ogni coppia. I resistori così collegati sono attraversati dalla stessa corrente  $i$ .



In generale hanno una differenza di potenziale diversa ai loro capi.

Si dimostra che “*un gruppo di resistori in serie presenta una resistenza totale (o equivalente) somma delle resistenze dei singoli resistori*”.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Infatti, se due resistori sono connessi in serie, valgono le seguenti proprietà:

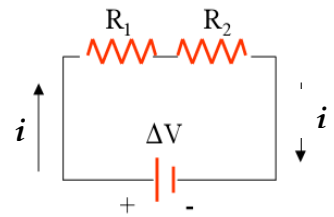
- La d.d.p. ai capi della serie è uguale alla somma delle d.d.p. ai capi di ciascuna resistenza

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

- La corrente che scorre nei due resistori è la stessa  $i = i_1 = i_2$

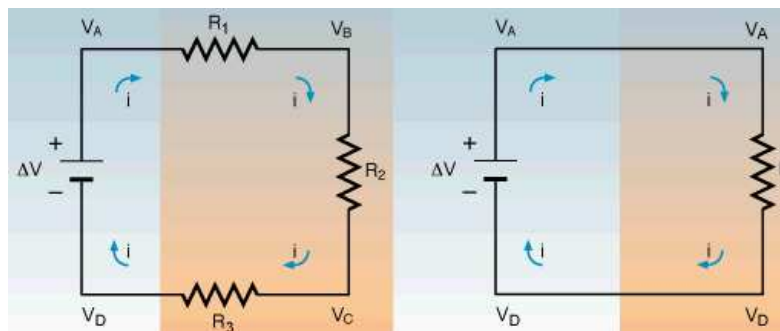
- Applicando la prima legge di Ohm si ha:

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = i \cdot R_1 + i \cdot R_2 = i \cdot (R_1 + R_2) = i \cdot R_{eq}$$



Le due resistenze sono viste ai capi della connessione come una singola resistenza equivalente, di valore pari alla somma delle due:  $R_{eq} = R_1 + R_2$

Esempio:

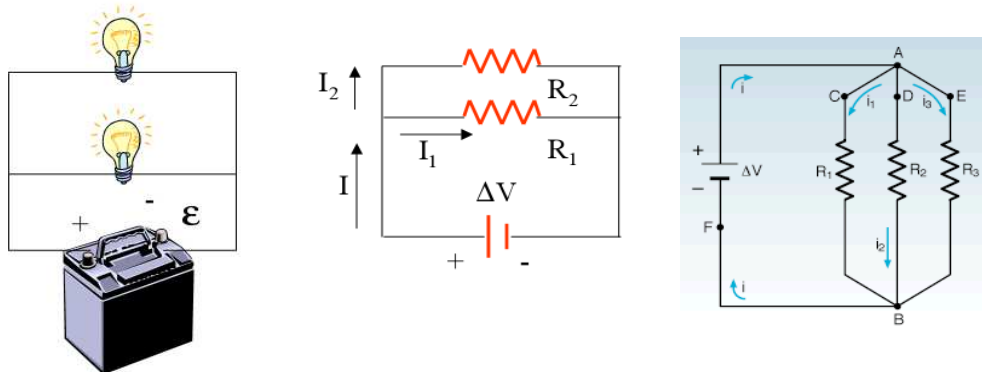


Circuito costituito da tre resistori in serie

Circuito equivalente

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

## Resistori in parallelo



Nel collegamento in parallelo la differenza di potenziale ai capi di ciascun resistore è la stessa mentre è diversa la corrente che li attraversa.

Si dimostra che “*In un gruppo di  $n$  resistori collegati in parallelo l'inverso della resistenza totale (o equivalente) è somma degli inversi delle resistenze dei singoli resistori*”.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Infatti, se due resistenze sono connesse in parallelo, valgono le seguenti proprietà:

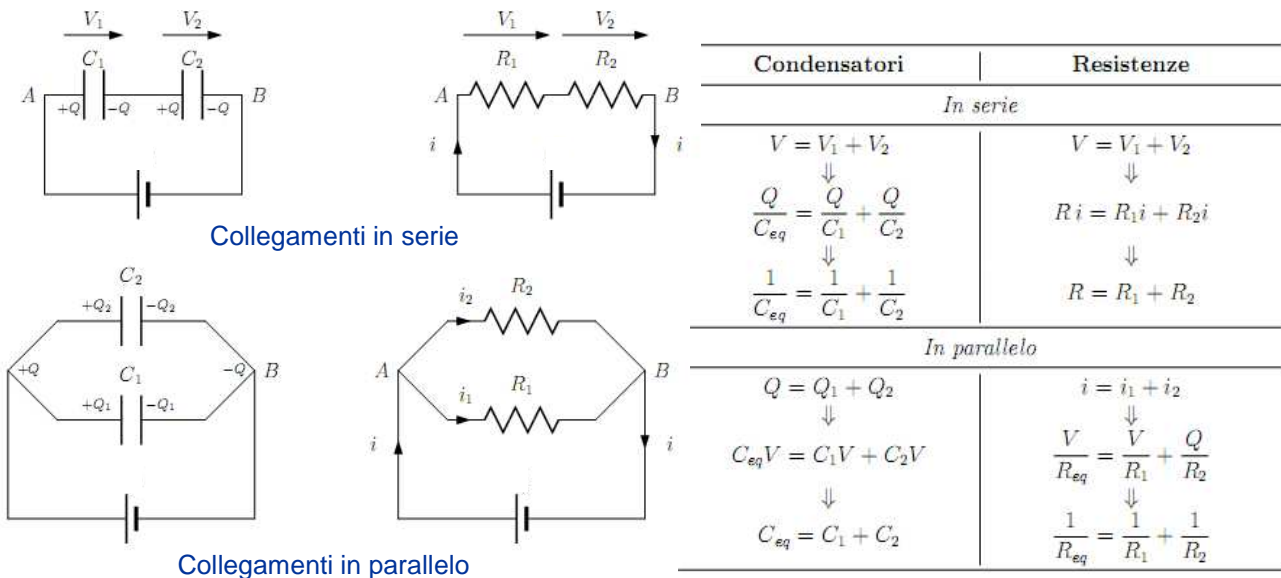
- ai capi delle resistenze vi è la stessa d.d.p.
- le intensità della corrente che circolano nelle resistenze sono diverse
- applicando la prima legge di Ohm si ottiene

$$i = i_1 + i_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{V} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

*Nel caso di resistenze in parallelo la resistenza equivalente è minore della più piccola resistenza singola.*

## ANALOGIE E DIFFERENZE TRA CONDENSATORI E RESISTENZE

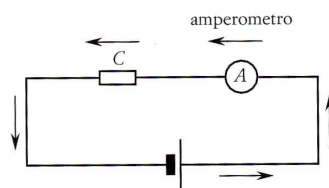


Lo schema proposto rende evidenti le analogie e le differenze tra il caso dei condensatori e quello delle resistenze e, tra l'altro, il fatto che la capacità è una caratteristica statica dei conduttori, mentre la resistenza è una caratteristica dinamica.

## STRUMENTI DI MISURA

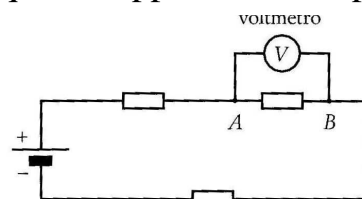
### ■ AMPEROMETRO

Strumento per misurare **l'intensità di corrente** elettrica, va inserito nel circuito **in serie** con il resistore attraverso il quale passa la corrente di cui si deve misurare l'intensità.



### ■ VOLTMETRO

Strumento per misurare **la d.d.p.**, va inserito nel circuito **in parallelo** con il conduttore agli estremi del quale è applicata la d.d.p. da misurare.



Il voltmetro possiede una resistenza interna che, per non alterare l'intensità di corrente circolante nel circuito e la differenza di potenziale fra i due punti A e B, deve essere grande rispetto a ogni resistenza presente nel circuito.