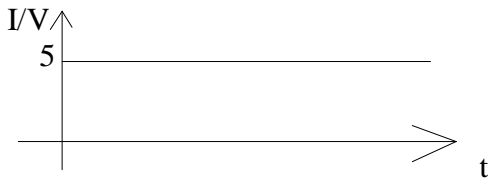
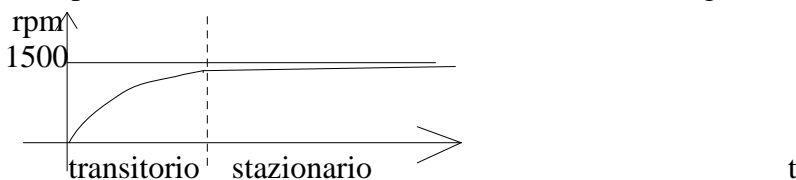


## Circuiti Elettrici in Corrente Continua (DC) in regime stazionario

Per corrente o tensione continua si intende che il valore numerico scalare di tensione o corrente è costante nel tempo (vedi Fig.1)



Per regime stazionario si intende il funzionamento del sistema quando i parametri fisici di riferimento hanno raggiunto un valore numerico che è compreso entro un range finito di valori per i quali il sistema funziona sotto le condizioni previste dalle specifiche di progetto. Per esempio durante l'accensione di un'automobile considerando in ordinate il numero di giri al minuto dell'albero motore (rpm), osserviamo sul contagiri che il numero di giri progressivamente sale fino al valore di registrazione del cosiddetto minimo (se si lascia la leva dell'acceleratore in posizione di riposo) per poi rimanervi indefinitamente (fino a che rimane combustibile e se non si eseguono operazioni per la movimentazione del mezzo). Le condizioni di minimo descritto sono una condizione di regime stazionario. Il regime stazionario si distingue dal cosiddetto regime transitorio o semplicemente transitorio del sistema motore (vedi fig.2);



Sotto queste premesse si consideri una batteria tipo pila di volta (generatore di tensione/corrente continua) che eroga una  $V_g = 12$  V. La pila è composta da due polarità una denominata + e l'altra -: Al + si trova una concentrazione di ioni positivi o anioni sull'elettrodo solido detto anodo che non si trovano all'equilibrio elettro-chimico che è la neutralità complessiva della carica elettrica. Al contrario al catodo - si trova una concentrazione di elettroni liberi. Per il passaggio di elettroni liberi dal catodo - all'anodo +, si considera la 2° legge di Ohm:

$I = V_g/R$  [A] ampere con R la cosiddetta resistenza del mezzo conduttivo entro cui transitano gli elettroni.

La corrente elettrica I [C/s](coulomb/secondo) è chiamata anche portata elettrica proprio perchè indica la carica elettrica complessiva (costituita da un certo n° di cariche elettriche negative elementari pari a  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C) che transita per secondo attraverso una sezione qualsiasi di conduttore avente resistenza R. I valori comuni di resistenza utilizzati vanno dai pochi Ohm [ $\Omega$ ] a parecchi M  $\Omega$ .

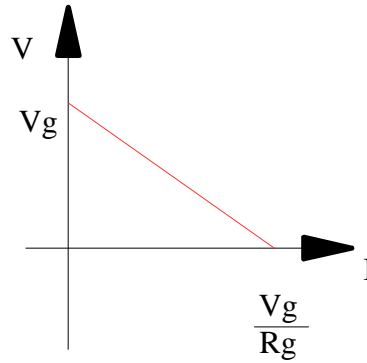
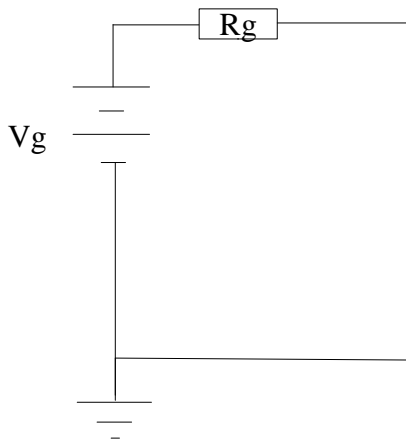
I circuiti elettrici comuni anche elettronici sono progettati utilizzando conduttori col valore più basso di resistenza possibile; si utilizzano perciò materiali costituiti da leghe di elementi metallici conduttori come il rame e leghe, zinco o acciaio zincato per sbarre o piattine sotterranee per la conduzione di alti valori di corrente (centinaia di Ampere), oro e leghe d'oro per circuiti elettronici e per realizzare i collegamenti fra semiconduttore e pins dei chip che si utilizzano in elettronica e telecomunicazioni, leghe di platino per la alta malleabilità e duttilità oltre alla alta conduttività  $G = 1/R$  che permette di realizzare fili finissimi dell'ordine del  $\mu\text{m}$  di diametro ( $10^{-6}$  m).

Si deve inoltre considerare la resistenza "interna" del generatore vale a dire la resistenza ottenuta applicando la 2° legge di Ohm al circuito costituito dal collegamento fra catodo e anodo della batteria realizzato con un conduttore avente lunghezza e sezione tale da avere una resistenza calcolata con la 1° legge di Ohm  $R = \rho L/S$  (L=lunghezza conduttore in m, S= sezione trasversale conduttore in  $\text{mq}$ ), di valore molto basso ( $10^{-2}$  -  $10^{-5}$   $\Omega$ ) e trascurabile la corrente calcolata con un simile circuito chiamato corto circuito è la più alta rilevabile utilizzando il generatore per il quale è calcolata la corrente di corto circuito con uno strumento chiamato amperometro (oppure tester in

configurazione di amperometro):

$$R_g = V_g / I_{cc}$$

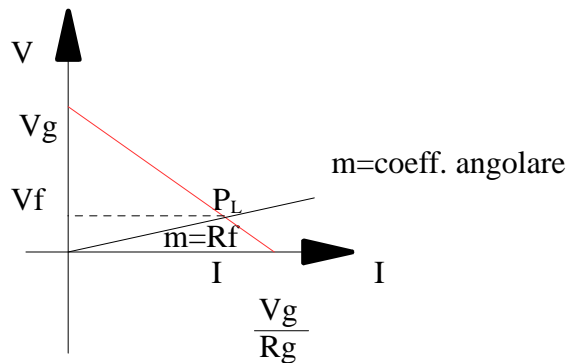
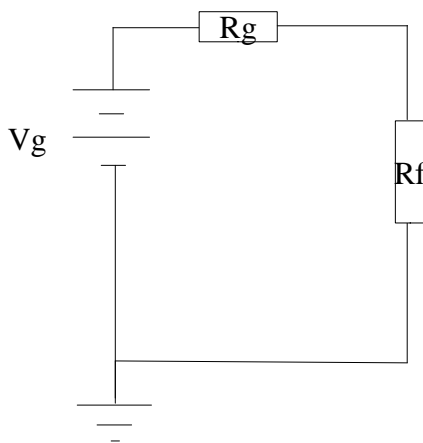
Consideriamo il circuito elettrico in condizioni di corto Circuito (CC) descritto fig.3:



gnd 0 V

Nel grafico è riportata la retta caratteristica interna del generatore (in rosso)

Se consideriamo anche la resistenza del filo allora il circuito in figura si trasforma nel seguente fig 4:

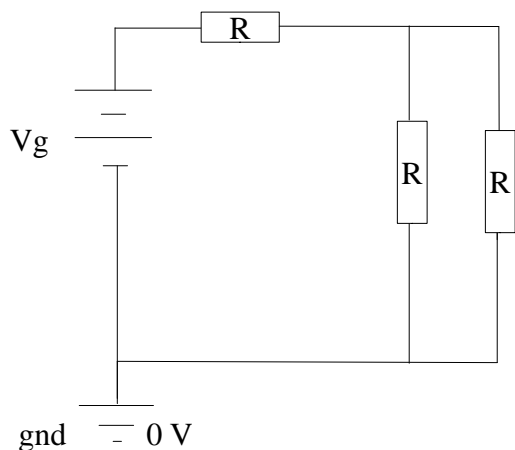


gnd 0 V

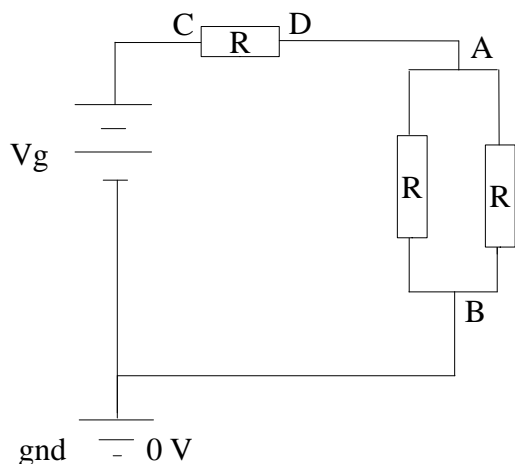
Nel grafico il punto  $P_L = (I, V_f)$  individuato dall'intersezione della retta caratteristica interna del generatore e la retta  $V = R_f \times I$  con  $R_f$  calcolato con la seconda legge di Ohm viene chiamato punto di lavoro del generatore.

Si deve notare che la tensione scaricata sul filo è inferiore a quella scaricata sulla  $R_g$  pari a  $V_g - V_f$ . In questa condizione la maggiorparte di energia si scarica sul generatore riscaldandolo. Se al contrario fosse  $V_g - V_f < V_f$  allora la maggior parte di energia verrà scaricata sul filo conduttore. La condizione di corto circuito non è desiderata poichè produce danni al generatore o al filo o ad entrambi.

Consideriamo ora il seguente circuito in cui vengono inserite resistenze molto maggiori a quella del filo o di quella interna del generatore  $R=1K\Omega$   $V_g=24$  V, fig.5:



Se si trascura la resistenza del filo (così come faremo in seguito salvo precisazione) il punto  $A=A'$  e  $B=B'$  perciò il circuito si può schematizzare come segue fig.6:



A e B si dicono nodi cioè punti in cui confluiscono più correnti

Il principio di continuità di portata di massa entro un volume nel campo elettrico è equivalente al principio di continuità di portata di carica elettrica perciò la corrente di linea  $I = I_1 + I_2$  1° principio di Kirchhoff

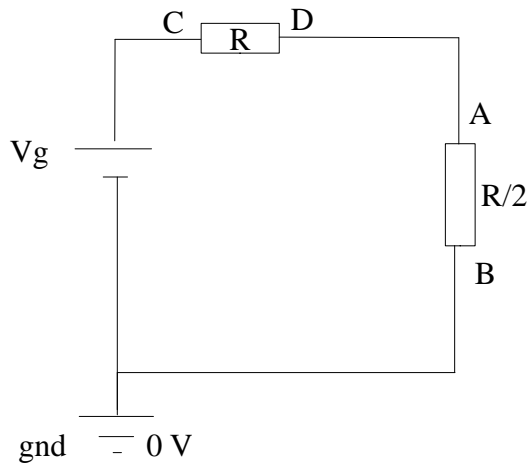
Il principio di conservazione dell'energia in un circuito elettrico è Energia  $V_g$  generata = energia  $V_{ab}$  e  $V_{cd}$  dissipata sulle resistenze:  $V_g = V_{ab} + V_{cd}$  2° principio di Kirchhoff.

Il circuito semplificato ed equivalente al precedente si ottiene considerando le due resistenze connesse agli stessi nodi A e B esse si dicono allora connesse in parallelo e la resistenza equivalente di  $n$  resistenze collegate in // è:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{oppure} \quad R_{eq} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1}$$

Ne caso in esame:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \quad \text{invertendo si ottiene} \quad R_{eq} = \frac{R}{2} \quad \text{fig.7}$$

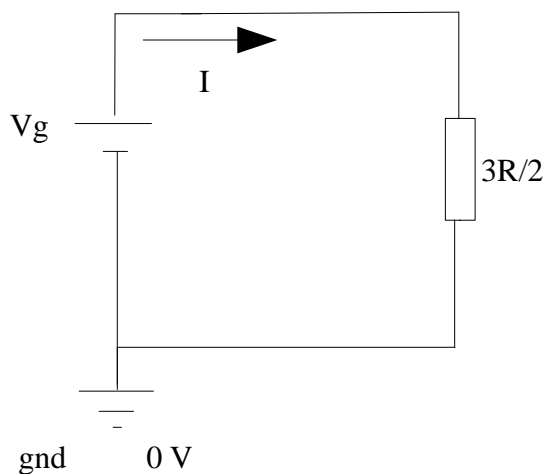


Il circuito equivalente finale si ottiene considerando che sulle due resistenze si dissipa  $V_{ab}$  e  $V_{cd}$  ma non si perde corrente per il principio di continuità e perciò esse sono attraversate dalla medesima corrente e perciò appartengono allo stesso cosiddetto ramo. Un circuito chiuso poi costituisce una maglia; il circuito iniziale è costituito da 2 maglie 2 nodi e 3 rami i due circuiti semplificati 1 maglia 1 ramo e 0 nodi. Se  $n$  resistenze sono attraversate dalla medesima corrente appartenendo allo stesso ramo si dicono in serie e la resistenza equivalente è data somma delle  $n$  resistenze.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

nell'esercizio in esame:

$$R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R \quad \text{fig.8:}$$



Per la legge di Ohm :

$$I = 2 \frac{V_g}{(3R)}$$

La potenza dissipata da una qualsiasi resistenza R, dalla resistenza di 1,5KΩ del circuito fin qui analizzato (sia essa quella del filo o quella interna del generatore o una R qualsiasi inserita

all'interno di un circuito elettrico) è data da:  $L = (\Delta q) V$      $P = \frac{L}{(\Delta t)}$

per cui:

$$P = (\Delta q) \frac{V}{(\Delta t)} \quad \text{e} \quad I = \frac{(\Delta q)}{(\Delta t)}$$

e infine

$P = VI$  con V= tensione ai capi della R ed I la corrente elettrica che la attraversa

per la legge di Ohm si può scrivere la precedente formula come:

$$P = RI^2$$

$$P = V^2/R$$

e L'energia elettrica dissipata dalla R in un certo tempo t è data da:

$$E = P(\Delta t)$$

L'energia elettrica si esprime in Watt x ora (Wh) o Kwatt x ora (Kwh):

$$1\text{KWh} = 1000\text{W} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J (Joule)}$$

$$1\text{Wh} = 3600 \text{ J}$$

il costo di 1KWh è di circa 0.6 € (  $60 \frac{\text{€}_c}{\text{KWh}}$  );