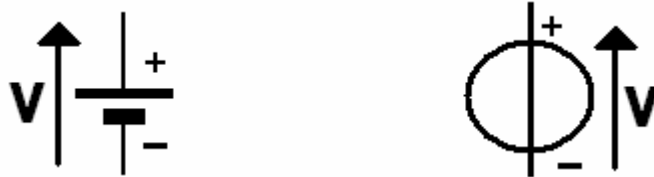


# BASI DI ELETTRONICA II

Siamo arrivati finalmente alla legge di ohm, questa è la relazione fondamentale dei circuiti elettrici in corrente continua ma purtroppo nel caso di circuiti più complessi del solito generatore di tensione e parallelo/serie di più resistenze diventa difficile applicarla, allora che si fa?

Si ricorre a metodi alternativi per analizzare la rete quali i principi di Kirchhoff, prima di illustrare questi principi è bene definire alcuni termini delle reti:

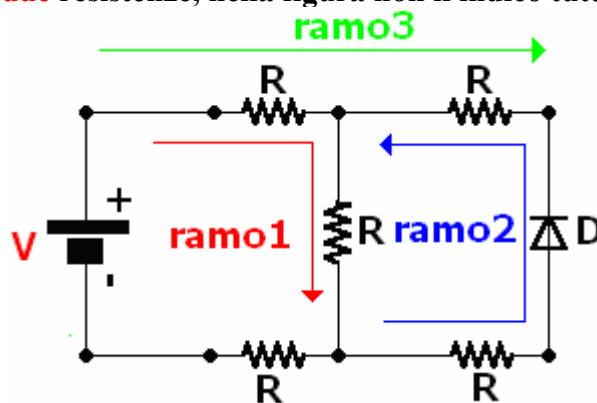
**G.D.T.** Generatore di tensione ideale, è un componente che mantiene costante la d.d.p. ai suoi capi qualsiasi sia il carico applicato, si indica così:



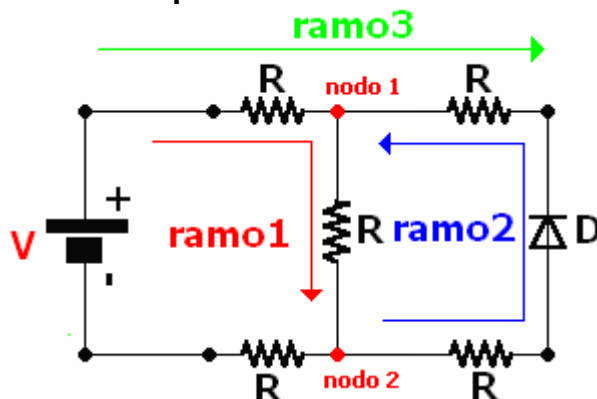
**G.D.C.** Generatore di corrente ideale, è un componente che fa scorrere una corrente fissa su un carico che vi è connesso in parallelo, è un po più difficile da trovare in “natura” ma se ne vedranno nei circuiti equivalenti dei transistor, il simbolo è questo:



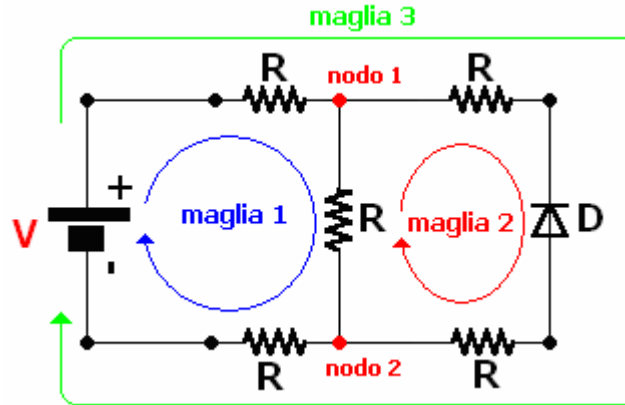
**RAMO:** il ramo è il più breve percorso serie che una corrente può fare ad esempio un ramo è costituito ad esempio dalla serie tra un GDT e **due** resistenze, nella figura non li indico tutti altrimenti non finisco più...



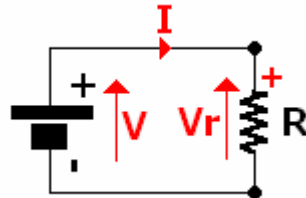
**NODI:** un nodo è un punto dove confluiscono più di tre conduttori o tre rami di una rete;



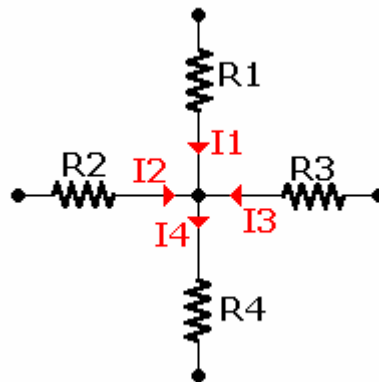
**MAGLIA:** una maglia è un insieme di rami che formano un percorso chiuso (per la corrente),



Per convenzione si stabilisce che i generatori hanno la freccia della tensione che punta il polo positivo, allo stesso modo per le resistenze dove entra la corrente è il polo positivo quindi la freccia punterà il “+”, per capirci meglio ecco uno schemino:

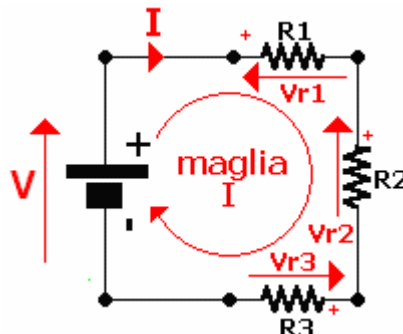


**I° PRINCIPIO DI KIRCHOFF:** la somma algebrica delle correnti entranti ed uscenti da un nodo è uguale a zero, cioè le correnti entranti sono uguali a quelle uscenti:



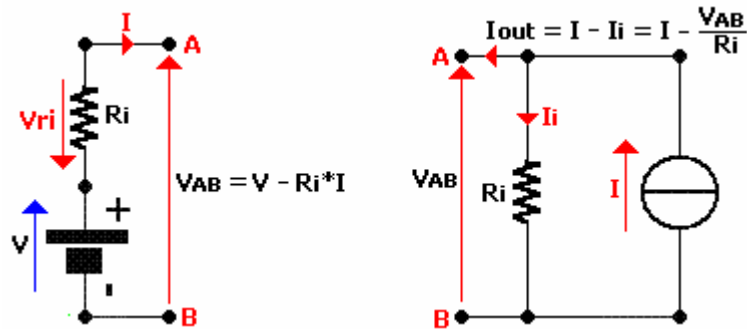
Se si considerano positive le correnti entranti nel nodo e negative le correnti uscenti si ha:  $I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0$ , questo vale per qualsiasi nodo formato da qualsiasi componente.

**II° PRINCIPIO DI KIRCHOFF:** la somma algebrica delle cadute di tensione sui componenti di una maglia è uguale a zero, cioè tanta tensione erogano i g.d.t. e tanta ne ricevono i componenti.



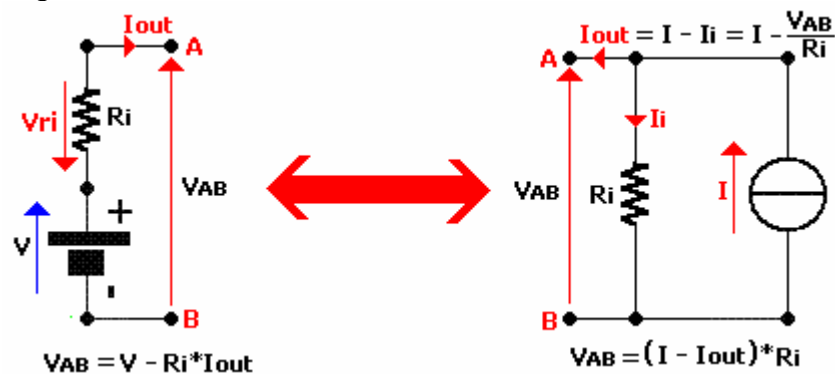
Per prima cosa dovete scegliere un verso di percorrenza della maglia che è a vostra discrezione, poi seguendo la freccia del vostro verso scrivete le tensioni di maglia, meterete “+” quando la percorrenza è concorde con la tensione e “-“ quando è discorde quindi avrete:  $V - V_{r1} - V_{r2} - V_{r3} = 0$ .

**G.D.C. E G.D.T. REALI:** prima di continuare con lo studio delle reti è bene che sappiate che i generatori di corrente e di tensione ideali per nostra sfortuna non esistono nella realtà hanno sempre una resistenza interna che ne limita le caratteristiche, ecco come sono i generatori reali:



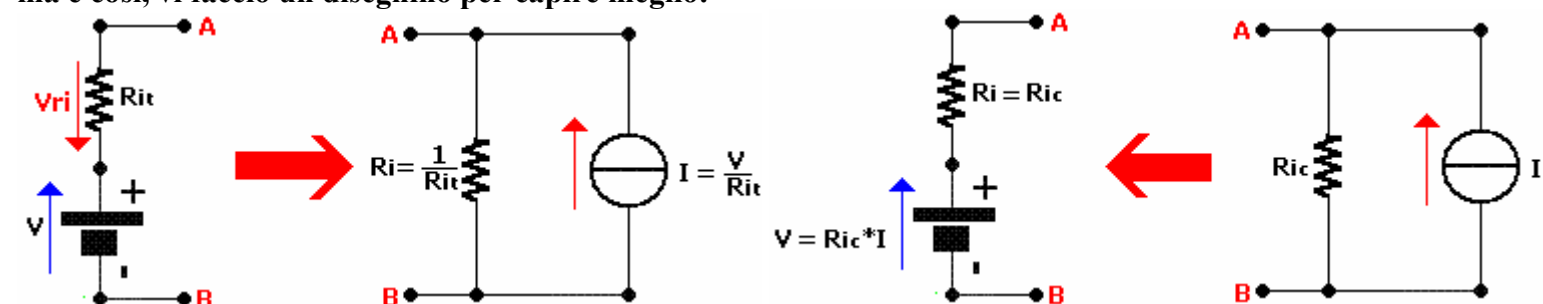
Per il G.D.T. più è piccola la resistenza interna e minore sarà la c.d.t. ai suoi capi quindi migliore sarà il generatore in quanto sarà capace di mantenere quasi la stessa tensione anche per carichi bassi. Per il G.D.C. è l'esatto contrario perché maggiore sarà la resistenza interna e minore sarà la corrente che ci scorre dentro quindi ci sarà più corrente per il carico.

**EQUIVALENZA TRA G.D.T. E G.D.C. :** per definizione una rete vista da due morsetti **AB** è equivalente ad un'altra se in questi morsetti si ha la stessa tensione e se tra questi scorre la stessa corrente, quindi si può pensare che un G.D.T. sia equivalente ad un G.D.C., vediamo come:



Mettendo a sistema le due equazioni si ottiene che  $V - Ri*I_{out} = Ri*I - Ri*I_{out}$  semplificando si ottiene che:  $V = Ri*I$  oppure  $I = V / Ri$ .

Cioè a partire da un GDT con una data  $Ri$  potete sostituirlo con un GDC che eroga una corrente pari a  $I = V / Ri$  con una resistenza in parallelo pari a  $1/Ri$ ; oppure il viceversa a partire da un GDC che eroga  $I$  con una data  $Ri$  potete sostituirlo con un GDT che eroga  $V = Ri*I$  con in serie una resistenza pari a  $Ri$ , lo so che è complicato ma è così, vi faccio un disegno per capire meglio:



E voi mi direte “ma adesso che ci faccio con tutti questi principi?” semplice ci impostate i sistemi per risolvere le vostre reti... si ho detto proprio sistemi matematici di quelli con tot equazioni e tot incognite, basta mettere a sistema le equazioni ricavate dal I° e II° principio per risolvere la vostra rete e trovare le incognite che normalmente sono tensioni o correnti in determinati punti o componenti del circuito.

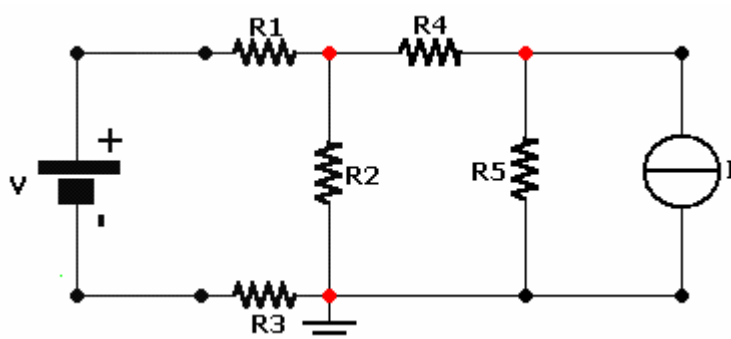
Per scrivere il sistema della vostra rete dovete prima individuare i nodi indipendenti e le maglie indipendenti altrimenti avrete equazioni ridondanti che non aggiungono informazioni (linearmente dipendenti).

Per quanto riguarda i **nodi indipendenti** questi sono  $n_{tot} - 1$ , cioè se avete 4 nodi solo 3 sono indipendenti.

Per quanto riguarda le maglie ind. quando la rete è semplice si possono trovare ad occhio ma se la rete è più complicata per trovare queste maglie c'è un metodo che però è un pò noioso quindi dovreste starvi a sentire (leggere) per forza!!! 🤖

## METODO DEI GRAFI:

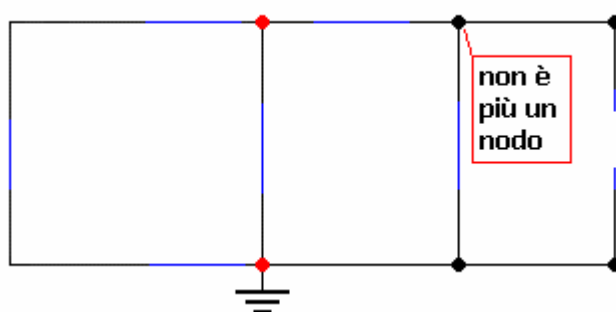
Supponiamo di avere questa rete:



Potete subito notare che ci sono tre nodi quindi solo due sono indipendenti, al nodo dipendente si collega il simbolo di massa che vuol dire che quel nodo è di riferimento.

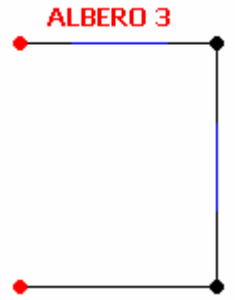
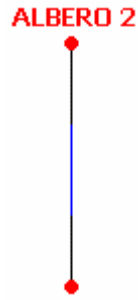
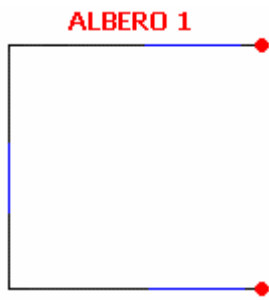
Per prima cosa dovete disattivare la rete cioè dovete aprire i G.D.C. e cortocircuitare i G.D.T.

Poi sostituite a tutti i bipoli (in questo caso le resistenze) una linea avendo cura di eliminare i nodi che non risultano più tali in quanto in questi non convergono più tre conduttori o tre lati:



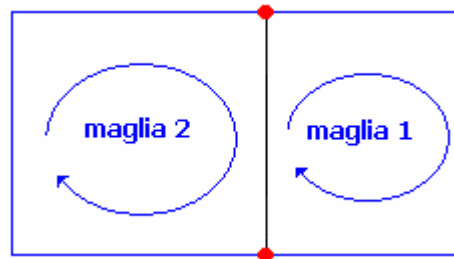
Quello che vedete è il **GRAFO** della rete.

Ora dovete trovare gli **alberi**, che per definizione sono **sottografi** che hanno lo stesso numero di nodi del grafo ma non hanno maglie, si hanno più scelte che in questo caso sono tre:

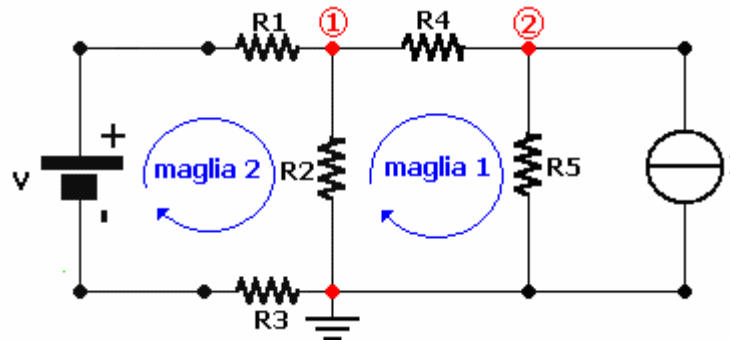


Ne dovete scegliere 1, scegliamo ad esempio l'albero 2.

Le maglie indipendenti si trovano aggiungendo all'albero scelto uno alla volta gli altri alberi scartati:



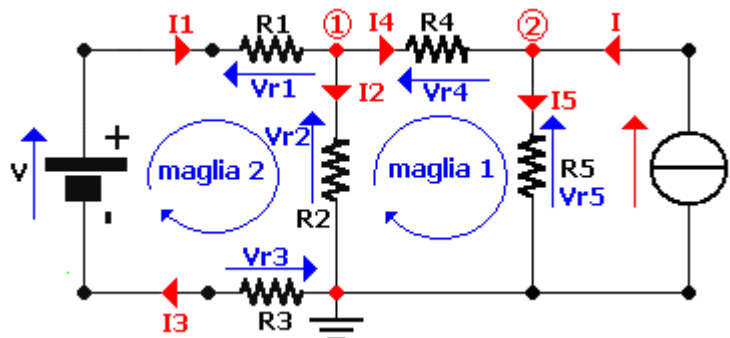
Che corrispondono circuitalmente alle maglie:



Per sapere se avete azzeccato o meno le maglie indipendenti sono  $m_i = L - n_t + 1$  dove  $n_t$  sono i nodi totali ed  $L$  sono i lati totali del circuito.

## EQUAZIONI DEL CIRCUITO

Adesso prima di scrivere le equazioni del circuito stabiliamo arbitrariamente i versi delle correnti e delle tensioni dei bipoli ed i versi di percorrenza delle maglie che per comodità riprendo uguali a quelli già segnati:



Ora dobbiamo scrivere due equazioni ai due nodi indipendenti per le correnti e due equazioni alle maglie indipendenti per le tensioni:

$$\begin{aligned}\text{NODO 1:} & \quad I_1 - I_2 - I_4 = 0 \\ \text{NODO 2:} & \quad I_4 - I_5 + I = 0 \\ \text{MAGLIA 1} & \quad V_{r2} - V_{r4} - V_{r5} = 0 \\ \text{MAGLIA 2} & \quad V - V_{r1} - V_{r2} - V_{r3} = 0\end{aligned}$$

Come ben sapete grazie alla legge di Ohm le tensioni sulle resistenze sono date dalla resistenza per la corrente che vi scorre dentro quindi le equazioni alle maglie diventano:

$$\begin{aligned}\text{NODO 1:} & \quad I_1 - I_2 - I_4 = 0 \\ \text{NODO 2:} & \quad I_4 - I_5 + I = 0 \\ \text{MAGLIA 1} & \quad R_2 \cdot I_2 - R_4 \cdot I_4 - R_5 \cdot (I_5 + I) = 0 \\ \text{MAGLIA 2} & \quad V - R_1 \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2 - R_3 \cdot I_3 = 0\end{aligned}$$

Da notare che su  $R_5$  scorre sia la corrente  $I_5$  che la corrente del G.D.C. che vi è collegato in parallelo.

Solitamente i dati del problema sono le resistenze e tensioni e correnti dei generatori, i più svegli avranno notato che ci sono quattro equazioni e cinque incognite ovvero le correnti che scorrono nelle resistenze quindi il sistema non è risolubile!!!

Ma qui scatta il barbatrucco, possiamo aggiungere una equazione, l'equazione della corrente su  $R_3$  che è:

$$I_3 = I_2 + I_5 + I$$

Aggiungendo questa equazione possiamo risolvere il sistema....

Nella prossima puntata vedremo il metodo dei nodi il metodo delle maglie ed il teorema di Thevenin... non

perdetevela 