



Zeno Martini (admin)

# GENERATORE EQUIVALENTE

1 January 2004

## L'enunciato del teorema

Un qualsiasi bipolo, composto di resistenze costanti, generatori ideali di tensione e di corrente, comunque connessi, può essere sostituito da un bipolo semplice, costituito da *un generatore ideale di tensione in serie ad una resistenza*. Esso rappresenta un generatore di tensione lineare ed è detto *generatore equivalente di tensione* o, più brevemente, *generatore di Thevenin*.

La forza elettromotrice del generatore ideale di tensione è la tensione tra gli estremi del bipolo, quando ad essi non è collegato nulla, cioè la *tensione a vuoto*.

Il valore della resistenza è la *resistenza equivalente vista dai terminali del bipolo*, che si calcola dopo aver annullato tutte le sorgenti di energia, cioè i generatori di tensione e di corrente. Annullare l'azione di un generatore di tensione significa imporre nulla la tensione ai suoi terminali, quindi cortocircuitare la loro forza elettromotrice, sostituirlo cioè con un collegamento equipotenziale; annullare l'azione di un generatore di corrente significa imporre uguale a zero la corrente da esso erogata, quindi aprire il ramo. I simboli adottati per rappresentare graficamente i generatori ideali di tensione e di corrente, indicano proprio questa operazione.

## La rappresentazione grafica di un bipolo lineare.

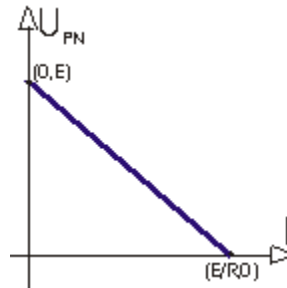
Un bipolo P,N costituito da un generatore ideale di tensione di f.e.m.  $E$  in serie ad una resistenza  $R$ , indicando con  $I$  l'intensità di corrente uscente dal polo positivo è matematicamente rappresentata dalla funzione:

$$U_{pn} = E - R \cdot I.$$

Nel piano cartesiano ( $U_{pn}, I$ ) essa rappresenta una retta.

Una retta è individuata da due punti. Ponendo  $I=0$ , ricaviamo  $U_{pn}=E$  individuando il punto  $(0, E)$  che corrisponde alla condizione di funzionamento a vuoto del bipolo.  $E$ , dunque, corrisponde alla tensione esistente a vuoto ai morsetti del bipolo. Con  $U_{pn}=0$  troviamo  $I=E/R$ , individuando il punto  $(E/R, 0)$  che corrisponde alla

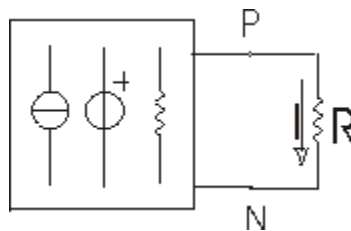
condizione di funzionamento in cortocircuito: P ed N sono, in tal caso, uniti da un conduttore ideale di resistenza nulla che realizza un collegamento equipotenziale ( $U_{pn}=V_p-V_n=0 \rightarrow V_p=V_n$ ). La corrente  $I=E/R$  si chiama corrente di cortocircuito ( $I_{cc}$ ) ed è la corrente massima che il bipolo può erogare. Ogni altra condizione di funzionamento corrisponde ad un punto sulla retta che passa per i due punti detti.



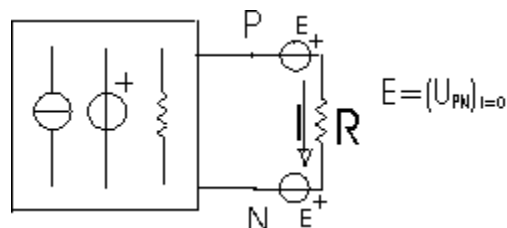
## La dimostrazione

Per dimostrare il teorema di Thevenin ricorriamo al *concetto di equivalenza tra bipoli*: se l'espressione che esprime la tensione ai morsetti del bipolo in funzione della corrente erogata è la stessa per due bipoli, pur fisicamente diversi, essi sono equivalenti per quanto riguarda tutto ciò che avviene al loro esterno, come ad esempio il valore che assume l'intensità di corrente su qualsiasi altro bipolo ad essi collegato.

Consideriamo allora una qualsiasi rete lineare, evidenziamo in essa due punti che indicheremo con P ed N ed immaginiamo di collegare tra questi due punti una resistenza. Indichiamo con I l'intensità di corrente su questa resistenza.

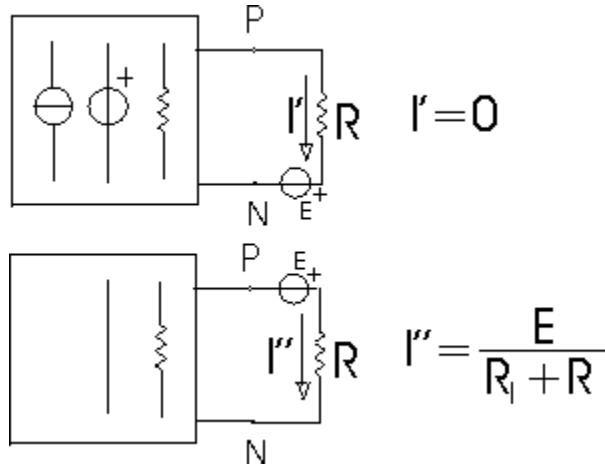


Nulla cambia se in serie a questa resistenza si inseriscono due generatori ideali di tensione di valore E ed in opposizione di polarità



Scegliamo il valore di  $E$  pari alla tensione a vuoto tra  $P$  ed  $N$ :  $E = (U_{pn})_{I=0}$

Calcoliamo ora la corrente in  $R$  applicando [il principio di sovrapposizione degli effetti](#), suddividendo la rete nelle due reti:



Nella prima si ha  $I' = 0$  in quanto agiscono nella maglia d'uscita due f.e.m. uguali ed opposte, per la scelta fatta del valore di  $E$ .

Nella seconda agisce la sola  $E$  inserita, che alimenta la  $R$  in serie alla resistenza equivalente della rete vista da tra  $P$  ed  $N$  ( $R_i$ ). La corrente è allora data da

$$I = E / (R + R_i).$$

Si ha pertanto

$$I = I' + I'' = E / (R + R_i).$$

Con semplici passaggi si ottiene, ricordando che per la legge di Ohm è

$$R \cdot I = U_{pn}$$

$$U_{pn} = E - R_i \cdot I$$

Dunque una funzione  $U_{pn}(I)$  identica a quella di un bipolo semplice costituito dalla serie di una fem  $E$  (che indicheremo d'ora in poi con  $E_{th}$ ) con una resistenza  $R_i$  (che indicheremo con  $R_{th}$ ) essendo

$$E_{th} = (U_{pn})_{I=0}$$

$$R_{th} = R_{pn}$$

dopo aver annullato l'azione di tutte le sorgenti di energia interne alla rete.