

Generatori di tensione e di corrente

1. La tensione ideale e generatori di corrente

Un generatore ideale è quel dispositivo (bipolo) che fornisce una quantità di energia praticamente infinita (generatore prevalente). I generatori ideali sono divisi in due tipi: generatori di tensione e generatori di corrente. Di questi due tipi, abbiamo più dimestichezza con il primo tipo, poiché pile (a secco o alcaline) e batterie acido-piombo sono tutti generatori di tensione (e non sono, certamente, ideali). E' difficile focalizzare nella mente un bipolo che possa comportarsi come un generatore ideale di corrente; si possono, comunque fare delle approssimazioni ragionevolmente buone di un generatore ideale. Un esempio potrebbe essere un generatore di tensione collegato in serie con una resistenza molto grande, questo erogherà una corrente piccolissima e costante, quindi si comporterà come se, di fatto, fosse un generatore ideale di corrente.

1.1 Generatore ideale di tensione

Un generatore di tensione ideale è un bipolo che genera ed eroga una fissata tensione ai suoi morsetti.

La tensione erogata da un generatore ideale di tensione non è influenzata dalla corrente che esso deve fornire agli altri elementi circuitali, per cui un generatore ideale di tensione genera ed eroga una tensione indipendentemente dalla corrente che lo attraversa. La corrente erogata dal generatore è determinata dal circuito a esso collegato.

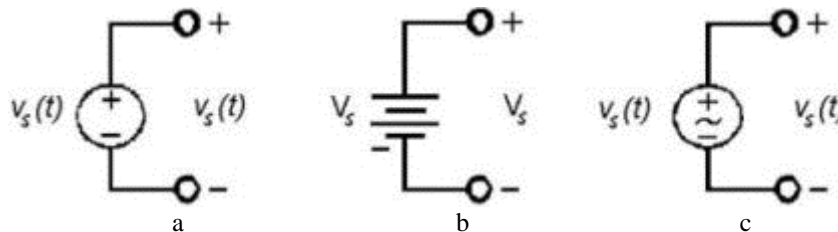


Figura 1 Generatori ideali di tensione

La figura 1 illustra i vari simboli per i generatori di tensione che saranno usati in seguito. Il simbolo di tipo a) è quello generale; in generale, la tensione in uscita da un generatore ideale $v_s(t)$ può essere funzione del tempo, ma può anche essere costante (in inglese indicata con la sigla DC = direct current). Il simbolo b) è invece usato nel solo caso specifico di generatori di tensione costante (è la batteria ideale). Infine, il simbolo c) è impiegato nel caso specifico di generatori di tensione sinusoidale ad esempio: $v_s(t) = V \cos \omega t$.

In generale, salvo diversa segnalazione, sarà usata la seguente notazione: un generico generatore di tensione sarà indicato con la lettera minuscola v . Se è necessario enfatizzare che il generatore produce una tensione che varia nel tempo, allora si userà la notazione $v(t)$. Infine, un generatore di tensione costante (DC) sarà indicato con la lettera maiuscola V . Si noti che per convenzione il verso positivo della corrente è quello uscente dal morsetto positivo del generatore.

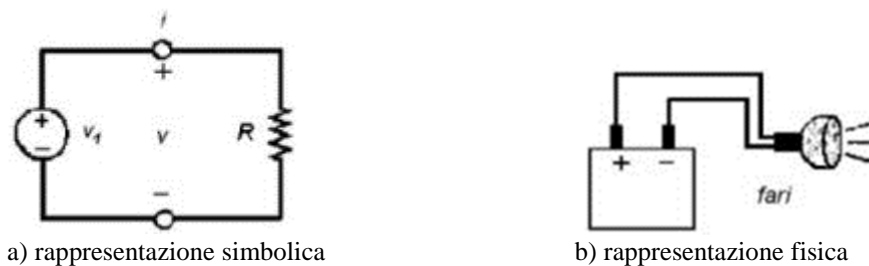


Figura 2 Varie rappresentazioni di un sistema elettrico

Consideriamo la figura 2, essa rappresenta il collegamento tra un generatore di energia e un resistore (cioè un bipolo passivo che dissipa energia, per esempio un corpo illuminante). Nella figura sono riportate due rappresentazioni diverse: simbolica e fisica; nell'analisi dei circuiti elettrici, noi scegliamo di rappresentare la realtà fisica di figura 2(b) tramite l'approssimazione fornita dagli elementi circuitali ideali, come raffigurato in figura 2(a).

1.2 Generatore ideale di corrente

Un *generatore ideale di corrente* è un bipolo in grado di generare ed erogare una corrente costante indipendentemente dal circuito cui è collegato. A tal fine, esso deve essere in grado di generare una tensione arbitraria ai suoi morsetti. La figura 3 mostra il simbolo usato per rappresentare il generatore ideale di corrente. Per analogia con la definizione di generatore ideale di tensione, possiamo scrivere:

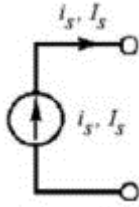


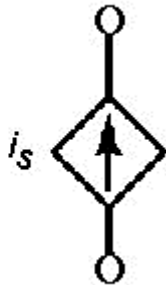
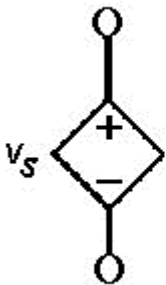
Figura 3 Simbolo del generatore ideale di corrente

Un generatore ideale di corrente genera ed eroga una corrente a qualsiasi circuito esso sia collegato. La tensione che si localizza ai morsetti del generatore è determinata dal circuito cui esso è collegato.

La stessa convenzione vista per i generatori di tensione è usata per i generatori di corrente: si userà la lettera minuscola *i* per indicare un generico generatore di corrente, e la lettera maiuscola *I* per indicare un generatore di corrente continua.

1.3 Generatori dipendenti o controllati o comandati

I generatori finora esaminati sono in grado di generare ed erogare una tensione o corrente indipendentemente da ogni altro elemento all'interno del circuito. Vengono perciò detti *generatori indipendenti*. Esiste, tuttavia, un'altra categoria di generatori, la cui grandezza erogata (corrente o tensione) è funzione di qualche altra tensione o corrente di un bipolo facente parte del circuito, per cui questi generatori sono detti *generatori dipendenti* (o *controllati* o *comandati*). Per rappresentare tali generatori (e distinguerli da quelli indipendenti) si usa un simbolo diverso, a forma di rombo. I simboli tipicamente usati sono quelli di figura 4; la tabella illustra le relazioni tra tensione o corrente del generatore e la tensione o corrente da cui esso dipende v_x o i_x , rispettivamente che possono essere qualsiasi tensione o corrente di un bipolo del circuito.



| Tipo di generatore | Relazione |
|---|---------------|
| Generatore di tensione controllato in tensione (VCVS = <i>voltage controlled voltage source</i>) | $v_s = A v_x$ |
| Generatore di tensione controllato in corrente (CCVS = <i>current controlled voltage source</i>) | $v_s = A i_x$ |
| Generatore di corrente controllato in tensione (VCCS = <i>voltage controlled current source</i>) | $i_s = A v_x$ |
| Generatore di corrente controllato in corrente (CCCS = <i>current controlled current source</i>) | $i_s = A i_x$ |

Figura 4 Simboli per i generatori dipendenti

2. Generatori reali e resistenza serie e/o parallelo

Consideriamo il modello di un generatore ideale di tensione di Fig.1. Colleghiamo ora una resistenza di carico R , se questa diminuisce, il generatore erogherà una corrente sempre maggior al fine di mantenere costante la tensione $v_s(t)$ ai capi del resistore, essendo:

$$i_s(t) = v_s(t)/R$$

Questo suggerisce che al limite, se la resistenza di carico tende al valore zero, il generatore ideale di tensione deve fornire una quantità infinita di corrente al carico e questo è, chiaramente, impossibile. Vi è dunque un limite (per quanto grande esso possa essere) alla quantità di corrente che un generatore reale può fornire al carico. Fortunatamente, non è necessario addentrarsi troppo a fondo nella natura fisica di ciascun tipo di generatore per descrivere il comportamento di un generatore reale di corrente; le limitazioni di un generatore reale possono essere approximate abbastanza semplicemente tramite la nozione di **resistenza serie e/o parallelo di un generatore**.

2.1 Generatori reali di tensione

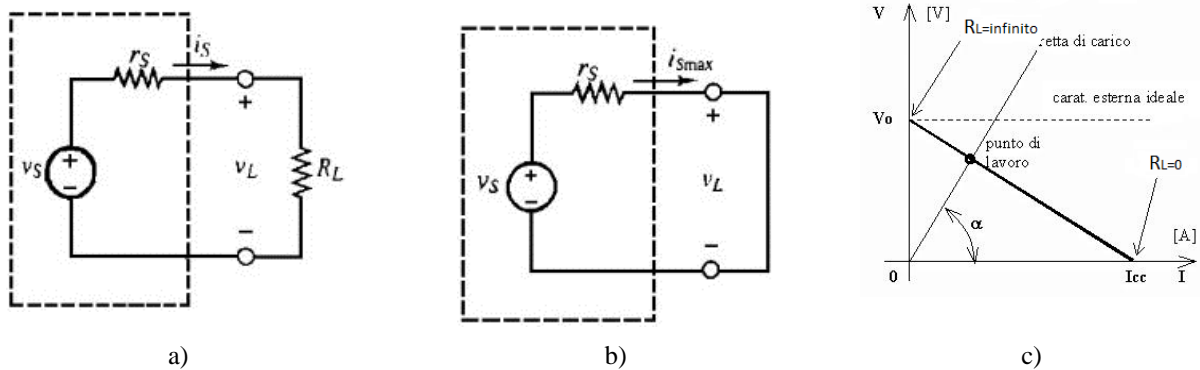


Figura 5 Generatore reale di tensione e caratteristica I-V

La figura 5a mostra un modello di generatore reale di tensione; questo è composto di un generatore ideale di tensione detto fem (forza elettro motrice), v_s , in serie con una resistenza, r_s . La resistenza r_s pone quindi un limite alla massima corrente che il generatore di tensione può fornire:

$$i_{smax} = v_s/r_s \quad (1)$$

Generalmente la resistenza serie r_s è piccola. Si noti, tuttavia, che la sua presenza si fa sentire sulla tensione ai capi della resistenza di carico: infatti, questa tensione non è più uguale alla tensione del generatore, infatti la corrente erogata dal generatore è:

$$i_s = v_s/(r_s + R_L) \quad (2)$$

per cui la tensione ai capi del carico R_L risulta essere:

$$v_L = R_L * i_s = v_s * R_L/(r_s + R_L) \quad (3)$$

Quindi, se la resistenza interna r_s tende a zero, la tensione ai capi del carico (e dunque del generatore reale) diventa esattamente uguale alla tensione ai capi del generatore ideale. A sua volta, la relazione 2 ci dice che se la resistenza del carico R_L si annulla (cioè abbiamo un corto circuito, come in figura 5b), otteniamo il valore della massima corrente I_{cc} che può essere erogata dal generatore reale di tensione (equazione 1). Se invece se la resistenza del carico R_L tende ad infinito (cioè abbiamo un circuito aperto), la tensione a vuoto V_0 coincide con la tensione generata v_s .

La caratteristica $i-v$ di un generatore reale di tensione (rappresentata in figura 5c) si ricava applicando la Ohm generalizzata ai morsetti esterni del generatore reale di figura 5a; si ottiene che la tensione erogata v_L è uguale alla tensione generata o fem v_s , meno la c.d.t. ai morsetti di r_s :

$$v_L = v_s - r_s * i_s$$

E' chiaro quindi che *una caratteristica desiderabile di un generatore reale di tensione è quella cui corrisponde una resistenza serie molto piccola*; in modo da poter soddisfare la richiesta di corrente di un carico arbitrario.

2.2 Generatori reali di corrente

Un'analoga modifica al modello del generatore ideale di corrente è utile per descrivere il comportamento di un generatore reale di corrente. Il circuito illustrato in figura 6a mostra una semplice rappresentazione di un generatore reale di corrente, consistente in un generatore ideale di corrente, i_s , in parallelo con un resistore r_s .

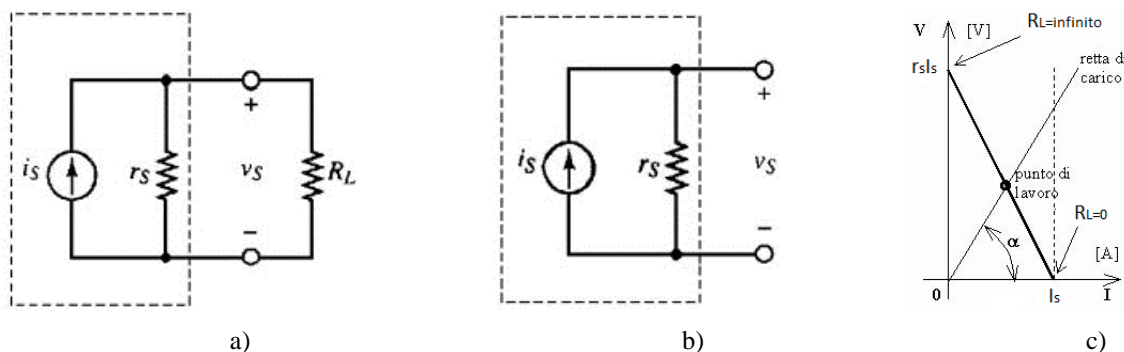


Figura 6 Generatore reale di corrente e caratteristica I-V

Si noti che se la resistenza di carico va all'infinito (cioè si ha un circuito aperto, figura 6b), la tensione in uscita del generatore reale di corrente va al limite:

$$v_{smax} = r_s * i_s \quad (4)$$

che è la tensione massima erogata da un generatore reale di corrente. La caratteristica $i-v$ di un generatore reale di corrente (rappresentata in figura 6c) si ricava applicando la legge di Kirchhoff delle correnti ad uno dei due nodi del circuito di figura 6a; quindi si ricava

$$i = i_s - G_s * v_s$$

dove G_s è la conduttanza. Un buon generatore di corrente dovrebbe essere in grado di approssimare il comportamento di un generatore ideale di corrente. Pertanto, *una caratteristica desiderabile per il generatore di corrente è che la resistenza parallelo sia la più grande possibile*.

Sommario

| | |
|--|---|
| Generatori di tensione e di corrente | 1 |
| 1. La tensione ideale e generatori di corrente | 1 |
| 1.1 Generatore ideale di tensione | 1 |
| 1.2 Generatore ideale di corrente | 2 |
| 1.3 Generatori dipendenti o controllati o comandati | 2 |
| 2. Generatori reali e resistenza interna..... | 3 |
| 2.1 Generatori reali di tensione | 3 |
| 2.3 Generatori reali di corrente | 4 |
| Sommario | 5 |