

## Generatori dipendenti.

Lo sviluppo dell'Elettronica è fondato sull'invenzione di quei dispositivi la cui principale funzione è di rendere la corrente in un ramo dipendente dalla tensione fra due nodi che non siano entrambi estremi del medesimo ramo. Tali dispositivi sono stati inizialmente realizzati con la tecnologia dei tubi a vuoto (triodi, tetodi, pentodi, ...) e successivamente con le tecnologie dello stato solido (transistori). Per mezzo di questi risulta poi possibile realizzare circuiti nei quali la tensione fra due nodi è funzione della tensione fra altri due o della corrente in un ramo, ecc... È quindi opportuno che fra i componenti ideali dei modelli di circuiti figurino quelli che rappresentano una dipendenza funzionale  $x \rightarrow y = F(x)$  fra una grandezza elettrica dipendente  $y$  (corrente in un ramo o tensione fra due nodi) e una grandezza<sup>(1)</sup> "di controllo"  $x$  (corrente in un altro ramo o tensione fra due nodi che non siano entrambi coincidenti con i precedenti).

### VCCS (Voltage Controlled Current Source).

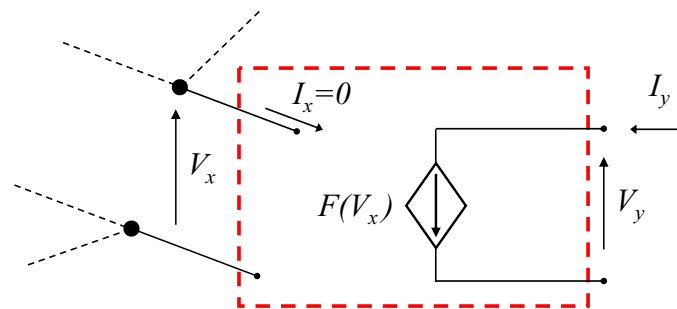


Fig. 1 - Generatore di corrente dipendente da una tensione.

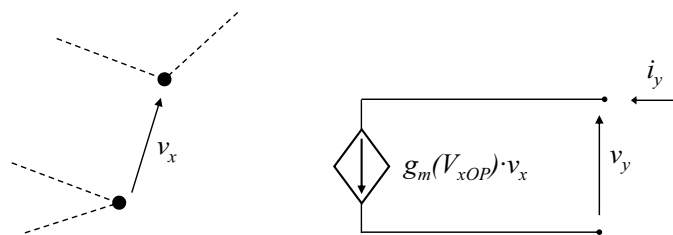
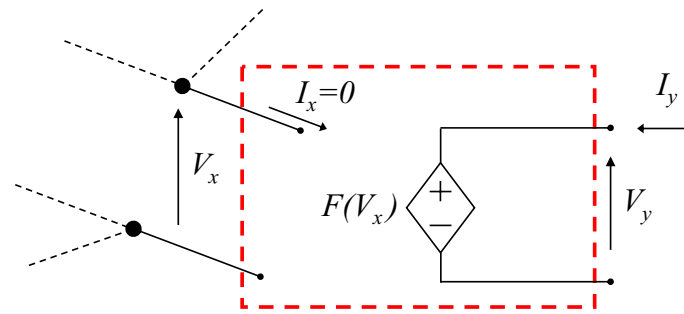


Fig. 2 - Linearizzazione della relazione costitutiva di un VCCS; il parametro differenziale  $g_m$  è la **transconduttanza**. Rappresentazione alfanumerica del VCCS lineare:  $G^* \quad N^+ \quad N^- \quad NC^+ \quad NC^-$  valore di  $g_m$  in A/V .

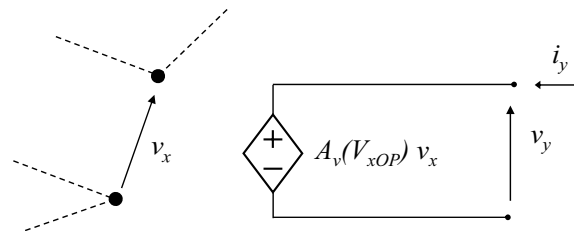
Per indicare che la corrente  $I_y$  di un ramo dipende esclusivamente da una certa tensione  $V_x$  presente fra 2 nodi del circuito occorre inserire nel ramo un generatore ideale di corrente la cui corrente impressa sia funzione di  $V_x$ . Si dice allora che è un **generatore di corrente dipendente (o controllato) da una tensione**; esso si presenta essenzialmente come un bipolo che rappresenta la relazione costitutiva  $I_y = F(V_x) \forall V_y$  la quale, però, non è definita se non viene chiaramente indicata quale sia la tensione  $V_x$  di controllo. Per tale ragione è formalmente più preciso associare al bipolo un'altra porta costituita da un ramo aperto e considerare il VCCS come un doppio bipolo (Fig. 1, l'altra relazione costitutiva del doppio bipolo è ovvia:  $I_x = 0$ ).

Si noti che nel caso particolare in cui  $V_x$  coincida con  $V_y$  il VCCS si riduce a una rappresentazione alternativa del resistore a controllo di tensione.

Il VCCS costituisce anche il modello di base per tutti i componenti con ingresso in tensione e uscita in corrente, detti amplificatori a transconduttanza e anche OTA (Operational Transconductance Amplifier).



**Fig. 3** - Generatore di tensione dipendente da una tensione.



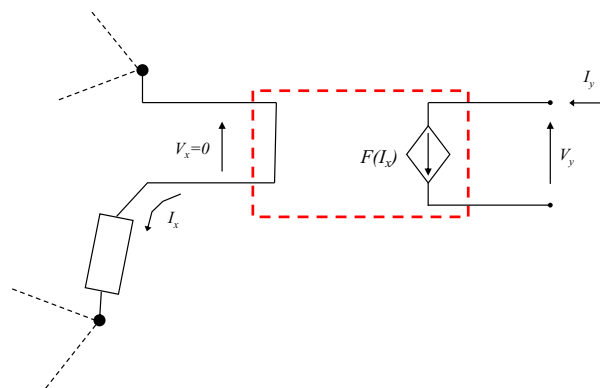
**Fig. 4** - Linearizzazione della relazione costitutiva di un VCVS; il parametro differenziale  $A_v$  è il **guadagno di tensione**. Rappresentazione alfanumerica del VCVS lineare: E\* N<sup>+</sup> N<sup>-</sup> NC<sup>+</sup> NC<sup>-</sup> valore di  $A_v$ .

**VCVS (Voltage Controlled Voltage Source).**

Il generatore di tensione controllato in tensione stabilisce fra due nodi una tensione che dipende esclusivamente dalla tensione presente fra altri due nodi, descrive la relazione costitutiva  $V_y = F(V_x) \forall I_y$ , ed è rappresentato in forma di doppio bipolo nella figura 3.

Esso ostituisce anche la base per i modelli di componenti con ingresso in tensione e uscita in tensione, in particolare i cosiddetti "amplificatori di tensione".

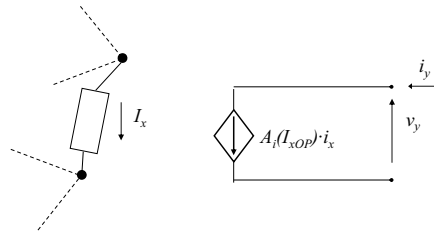
**CCCS (Current Controlled Current Source).**



**Fig. 5** - Generatore di corrente dipendente da una corrente.

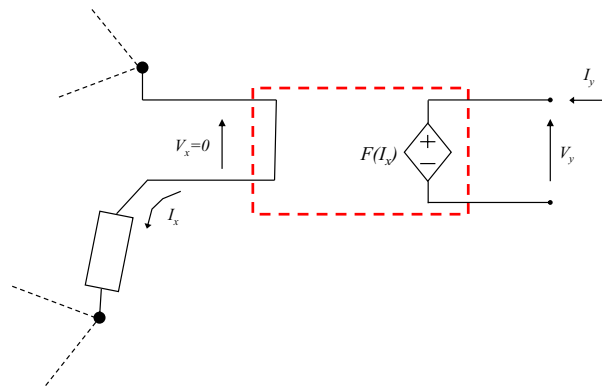
Il generatore di corrente controllato in corrente stabilisce in un ramo una corrente che dipende esclusivamente dalla corrente di un altro ramo del circuito, descrive la relazione costitutiva  $I_y = F(I_x) \forall V_y$ , ed è rappresentato nella figura 5 come doppio bipolo ottenuto associando al generatore un cortocircuito percorso dalla corrente di controllo. È il componente duale del VCVS.

<sup>1</sup>Si può anche estendere la definizione, e a volte fa comodo, al caso di più variabili indipendenti  $y = F(x_1, x_2, \dots)$ .

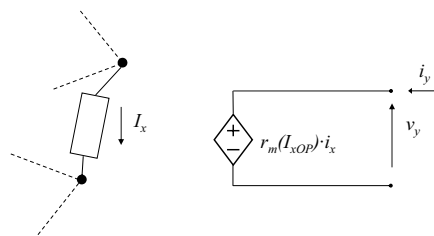


**Fig. 6** - Linearizzazione della relazione costitutiva di un CCCS; il parametro differenziale  $A_i$  è il **guadagno di corrente**. Rappresentazione alfanumerica del CCCS lineare: F\* N<sup>+</sup> N<sup>-</sup> V\* valore di  $A_i$  ( V\* è il nome del generatore di tensione in cui passa la corrente di controllo) .

**CCVS (Current Controlled Voltage Source).**



**Fig. 7** - Generatore di tensione dipendente da una corrente.

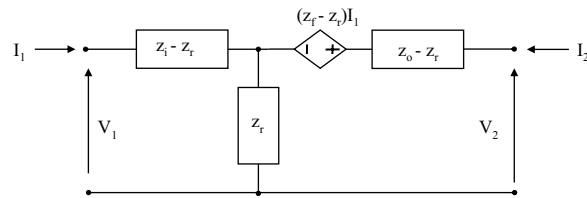


**Fig. 8** - Linearizzazione della relazione costitutiva di un CCVS; il parametro differenziale  $r_m$  è la **transresistenza**. Rappresentazione alfanumerica del CCVS lineare: H\* N<sup>+</sup> N<sup>-</sup> V\* valore di  $r_m$  in Ohm ( V\* è il nome del generatore di tensione in cui passa la corrente di controllo).

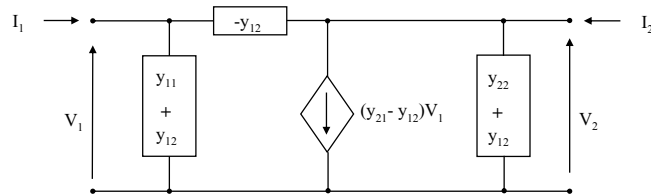
Il generatore di tensione controllato in corrente stabilisce fra due nodi una tensione che dipende esclusivamente dalla corrente in un ramo, descrive la relazione costitutiva  $V_y = F(I_x) \forall I_y$  ed è rappresentato in forma di doppio bipolo nella figura 7. È il componente duale del VCCS e quindi, in particolare, se  $I_x$  coincide con  $I_y$  il CCVS si riduce a una rappresentazione alternativa del resistore a controllo di corrente.

**Schemi equivalenti per doppi bipoli lineari autonomi.**

Utilizzando i generatori dipendenti si possono costruire utili schemi alternativi alle descrizioni matriciali dei doppi bipoli lineari autonomi. I due esempi più importanti sono indicati nelle figure 9 e 10; la verifica si lascia al lettore.



**Fig. 9** - Rappresentazione mediante bipoli di un doppio bipolo lineare descritto con la matrice di impedenze.



**Fig. 10** - Rappresentazione mediante bipoli di un doppio bipolo lineare descritto con la matrice di ammettenze.

*Aggiornato al 28 dicembre 2004*