

Capitolo 4

Generatori di corrente

4.1 Generatori di tensione e generatori di corrente

Anche se nel resto di questo corso, e soprattutto in laboratorio, faremo sostanzialmente uso soltanto di generatori di tensione, è doveroso accennare a dispositivi che si comportano come *generatori di corrente*, in qualche modo analoghi dei generatori di tensione: mentre un generatore di tensione ideale mantiene una differenza di potenziale fra i suoi capi indipendente da quello che avviene nel resto del circuito, così un *generatore ideale di corrente* è percorso da una corrente elettrica la cui intensità non dipende da altri generatori, sia di tensione che di corrente, né tanto meno da altri elementi circuitali, come resistori e quant'altro.¹

Ne segue che, al contrario di un generatore ideale di tensione,² è possibile immaginare di cortocircuitare i capi di un generatore ideale di corrente, come raffigurato nel circuito a sinistra di figura 4.1, nel quale introduciamo anche il simbolo di tale elemento circuitale. La corrente che scorre nel circuito chiuso è pari a quella erogata dal generatore di corrente e non dipende da una eventuale resistenza (circuito al centro della stessa figura).

¹Come al solito non entreremo in dettaglio di cosa sia un tale generatore e, come nel caso dei generatori di tensione, ne assumeremo l'esistenza, concentrando soltanto sul modello matematico che li descrive ed analizzando alcuni esempi elementari di utilizzo. Diciamo comunque due parole, visto che tutti siamo familiari con i generatori di tensione, mentre quelli di corrente sono decisamente più rari. Ad esempio, possono essere assimilati a generatori di corrente dispositivi che rispondono con un flusso di elettroni a stimoli esterni, come ad esempio uno *scintillatore* accoppiato ad un *fotomoltiplicatore*. In questo caso, particelle ionizzanti, attraversando un opportuno mezzo (scintillatore) producono dei quanti di luce (*fotoni*), che a loro volta, incidendo su un sottile strato di un materiale speciale (*fotocatodo*), estraggono degli elettroni per *effetto fotoelettrico*. Il numero dei cosiddetti *fotoelettroni* (non sono particelle esotiche, ma è semplicemente il nome che si dà agli elettroni estratti dal fotocatodo dai fotoni incidenti) prodotti viene quindi opportunamente amplificato grazie ad un effetto simile a quello fotoelettrico, nel quale per ogni elettrone incidente viene estratto un certo numero α di nuovi elettroni. Ripetendo il procedimento n volte si ottiene un'amplificazione pari ad α^n . In pratica, il risultato è simile a quello di un 'cannoncino' di elettroni, la cui intensità dipende, in questo caso, dall'intensità di luce incidente e non dal circuito a valle. Dal punto di vista circuitale tale strumento può essere quindi visto come un generatore di corrente.

²L'assurdità logica di tale configurazione è dovuta al fatto che ai capi del generatore ideale di tensione la differenza di potenziale deve valere f , mentre quella ai capi di un filo perfettamente conduttore vale zero, cosa impossibile a meno che f non sia nulla.

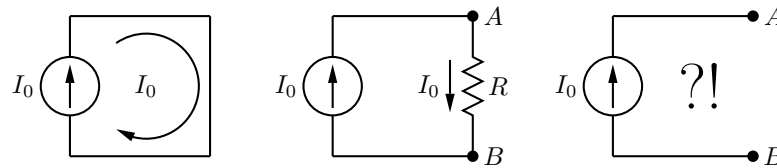
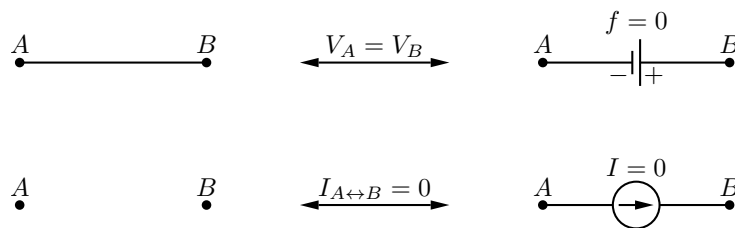
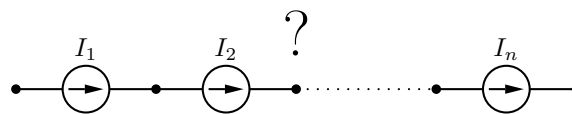


Figura 4.1: Generatore di corrente.

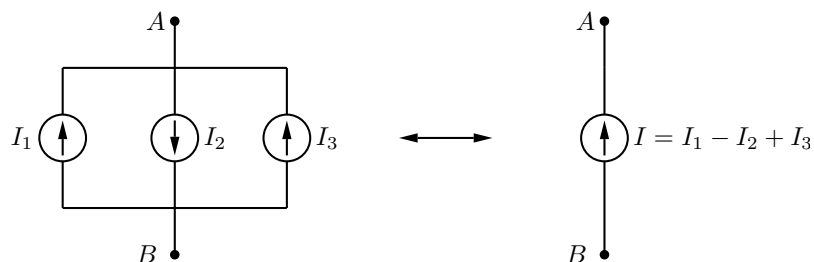
Il circuito di destra di figura 4.1 è invece assurdo, a meno che I_0 non sia pari a zero, in quanto il generatore di corrente implica uno scorrimento di una corrente di intensità I_0 , mentre il circuito aperto implica corrente nulla. Ne segue che mentre, come già sappiamo, un generatore ideale di tensione di forza elettromotrice nulla è equivalente ad un corto circuito, *un generatore ideale di corrente nulla è pari a un circuito aperto*, come rappresentato in figura



Altresì, come è impossibile (logicamente assurdo nell'ambito del modello) avere generatori ideali di tensione in parallelo (vedi paragrafo 1.4.1 e in particolare figura ??), è altrettanto assurda la configurazione di generatori in serie, a meno che essi non eroghino esattamente la stessa corrente:



Al contrario, generatori ideali di corrente sono equivalenti ad un solo generatore di corrente pari alla somma algebrica delle correnti, come raffigurato in figura



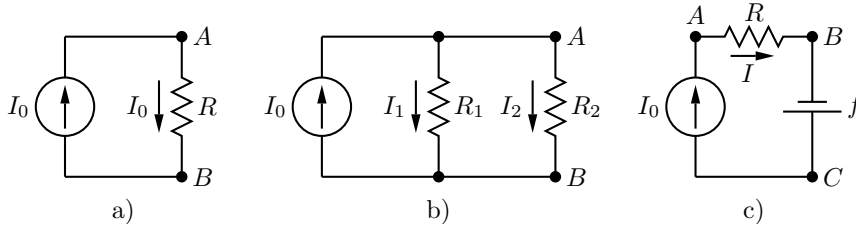


Figura 4.2: Generatore di corrente I_0 e sue ‘semplici’ configurazioni (la terza non è affatto banale...).

4.2 Alcuni esempi

4.2.1 Semplici circuiti con generatori di corrente

La figura 4.2 mostra alcuni circuiti elementari in cui compare il generatore di corrente. Nel caso più semplice (primo circuito a sinistra), che abbiamo già incontrato, ad esso è collegata una sola resistenza. Per definizione di generatore di corrente, la corrente che attraversa la resistenza sarà esattamente I_0 . La nostra incognita sarà quindi la tensione ai capi di R , la quale si ricava banalmente dalla legge di Ohm, ottenendo $V_A - V_B = I_0 R$.

Se il generatore è invece connesso ad un parallelo (circuito al centro) la corrente si suddividerà secondo la legge del partitore di corrente (vedi paragrafo 2.8.1) e otteniamo quindi

$$I_1 = \frac{R_p}{R_1} I_0 \quad (4.1)$$

$$I_2 = \frac{R_p}{R_2} I_0, \quad (4.2)$$

ove R_p sta per la resistenza del parallelo. La differenza di potenziale ai capi del parallelo (e quindi di ciascun resistore) sarà data da $R_p I_0$ e quindi

$$V_A - V_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_0 \quad (4.3)$$

Approfittiamo per riscrivere la formula della partizione di corrente fra due resistori. Essendo infatti $R_p = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$, le (4.1) e (4.2) si riducono a

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_0 \quad (4.4)$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_0, \quad (4.5)$$

delle quali faremo uso nel seguito.

Infine, è interessante il caso in cui compaiono, in serie alla resistenza, entrambi i tipi di generatori come mostrato nella forma minimale nel circuito c) di figura 4.2. In questo caso occorre ricordare che, mancando nodi, la corrente non può che essere costante in tutti i tratti e quindi, per definizione di