

**ESERCIZIO: CONVERTITORE DIGITALE/ANALOGICO A RETE R-2R INVERSA**

(Figura n°8.34 pag. 401, Jaeger, Blalock: Microelettronica)

*Descrizione del problema*

Il circuito mostrato in Fig. 1 rappresenta un convertitore digitale analogico (DAC) a 4 bit con rete resistiva del tipo R-2R inversa. Assumendo un amplificatore operazionale ideale, determinare l'espressione della tensione di uscita in funzione della generica cifra binaria  $b_4b_3b_2b_1$ .

*Soluzione*

Come si evince dalla Fig. 1, i bit corrispondenti alla cifra binaria da convertire, tramite la posizione dei deviatori elettronici determinata dal valore 1 o 0 del bit corrispondente, causano la connessione della relativa resistenza al morsetto invertente dell'operazionale o a massa. Rispetto alla topologia DAC R-2R, tutte le resistenze della rete R-2R sono attraversate da una corrente che è indipendente dalla posizione dei deviatori e, quindi, dalla cifra binaria da convertire. Questo fa sì che la dissipazione di potenza della rete R-2R rimanga invariata, eliminando così possibili cause di errori di linearità. Quanto affermato si basa sul fatto che ciascun deviatore connette la relativa resistenza in derivazione o a massa oppure ad un nodo di massa virtuale. Pertanto, indipendentemente dal valore del bit corrispondente, ciascuna resistenza in derivazione ha un terminale connesso ad un nodo a potenziale nullo.

Partendo dall'estremo destro della rete R-2R si osserva, immediatamente che vale la seguente uguaglianza:

$$(1) \quad I_5 = I_1$$

Dato che le relative resistenze sono sottoposte alla stessa differenza di potenziale. Di conseguenza:

$$(2) \quad I_6 = I_1 + I_5 = 2I_1$$

Il potenziale al nodo  $N_2$  vale:

$$(3) \quad V_{N_2} = RI_6 + 2RI_5 = R2I_1 + 2RI_1 = 4RI_1$$

Di conseguenza:

$$(4) \quad I_2 = \frac{V_{N_2}}{2R} = 2I_1$$

Il ragionamento può essere iterato risalendo la rete R-2R scoprendo che ad ogni passaggio la corrente nel ramo in derivazione raddoppia, cioè:

$$(5) \quad I_3 = 4I_1$$

$$(6) \quad I_4 = 8I_1$$

L'amplificatore operazionale funge da amplificatore a transresistenza sommando tutte le correnti provenienti dai rami in derivazione con bit corrispondente pari ad 1 e convertendola in una tensione corrispondente:

$$(7) \quad \begin{aligned} v_o &= -RI_T = R(b_1I_1 + b_22I_1 + b_34I_1 + b_48I_1) = -R(b_1I_1 + b_22I_1 + b_34I_1 + b_48I_1) \\ &= -RI_1(2^0b_1 + b_22^1 + b_32^2 + b_42^3) \end{aligned}$$

Vale inoltre:

$$(8) \quad V_R = 2RI_4 = 16RI_1$$

Sostituendo la (8) nella (7) otteniamo, infine:

$$(9) \quad v_o = -2^{-4}V_R(2^0b_1 + b_22^1 + b_32^2 + b_42^3)$$

Come si può osservare ciascun ingresso è pesato secondo il valore della corrispondente cifra binaria.

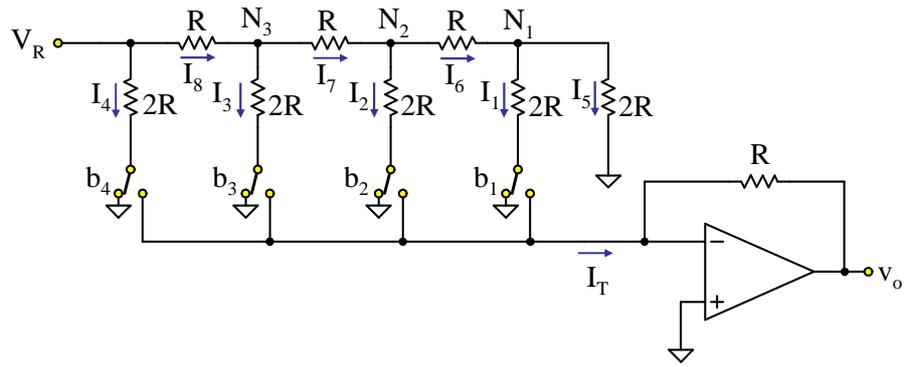


Fig. 1– Schema di un convertitore digitale/analogico (DAC) a 4 bit con rete R-2R inversa