



Maurizio Monteduro

L'AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE

15 August 2004

Nozioni introduttive

Prima di affrontare lo studio dettagliato del circuito dello stadio differenziale, facciamo alcune considerazioni di carattere generale.

Siano V_1 e V_2 due segnali, possiamo dire facilmente che:

$$V_1 = \frac{V_1 + V_2}{2} + \frac{V_1 - V_2}{2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 + V_2}{2} - \frac{V_1 - V_2}{2}$$

Definendo, ora:

$$V_c \equiv \frac{V_1 + V_2}{2}$$

e

$$V_d \equiv V_1 - V_2$$

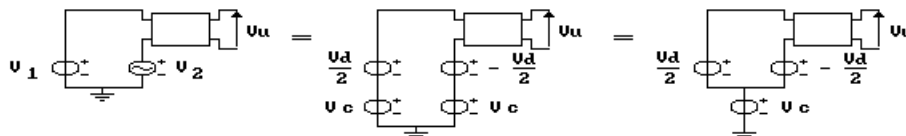
possiamo notare che:

$$V_1 = V_c + \frac{V_d}{2}$$

$$V_2 = V_c - \frac{V_d}{2}$$

Raffigurando queste formule, otterremo:

[Espandi/contrai](#) | [Rimpicciolisci](#) | [Ingrandisci](#) | [Nuova finestra](#)



Chiamiamo $V_c = \text{SEGNALE di MODO COMUNE}$ e $V_d = \text{SEGNALE di MODO DIFFERENZIALE}$.

é evidente, che potrò sempre attuare una scomposizione di questo genere, per qualsiasi combinazione dei segnali in ingresso ad un amplificatore differenziale.

Se il nostro circuito è in linearità, è possibile utilizzare il principio di sovrapposizione degli effetti e valutare la risposta complessiva del circuito, per mezzo della somma dei contributi dei due modi di eccitazione.

Definiamo *AMPLIFICAZIONE DIFFERENZIALE* il termine:

$$A_d \equiv \left. \frac{V_u}{V_d} \right|_{V_c=0}$$

e *AMPLIFICAZIONE di MODO COMUNE* il termine:

$$A_c \equiv \left. \frac{V_u}{V_c} \right|_{V_d=0}$$

Allora V_u sarà la somma di V_c per l'amplificazione A_c e di V_d per l'amplificazione A_d :

$$V_u = A_d V_d + A_c V_c$$

In un amplificatore differenziale ideale, il termine A_c è uguale a 0; ma il fatto che qui ci si occupi di amplificatori reali, giustifica la relazione appena vista in cui, riarrangiando, posso mettere in evidenza $A_d V_d$, ottenendo:

$$V_u = A_d V_d \cdot \left(1 + \frac{A_c V_c}{A_d V_d} \right)$$

da cui

$$V_u = A_d V_d \cdot \left[1 + \left(\frac{A_c}{A_d} \right) \cdot \left(\frac{V_c}{V_d} \right) \right]$$

Si vede chiaramente che, minore è il termine $\frac{A_c}{A_d}$ (ovvero maggiore è $\frac{A_d}{A_c}$) e minore è l'errore dovuto al modo comune.

Il rapporto $\frac{A_d}{A_c}$ viene definito *Rapporto di Reiezione del Modo Comune* (*Common Mode Rejection Ratio*) e può essere considerato una "cifra di merito" dell'amplificatore differenziale. Quindi:

$$CMRR \equiv \left| \frac{A_d}{A_c} \right|$$

Conoscendo le amplificazioni A_d e A_c in decibel, è facile esprimere il CMRR come loro somma algebrica:

$$CMRR|_{dB} = |A_d|_{dB} - |A_c|_{dB}|$$

Occorre sottolineare che, in quanto è stato illustrato sinora, si presume la linearità del circuito, linearità che, generalmente, è verificata con piccoli segnali in ingresso. Molto spesso, tali segnali provengono da sensori, quindi ci si può trovare nella situazione di dover lavorare con piccoli segnali differenziali, sovrapposti a forti segnali di modo comune. Dobbiamo, allora, essere certi che il modo comune presente non porti fuori linearità l'amplificatore.

Si definisce come "*Dinamica d'Ingresso per il Modo Comune*" (*Common Mode Input Range* = CMRI), il campo di tensione in cui può variare un segnale di modo comune senza che intervengano fenomeni di non linearità, ovvero senza che i transistori si saturino o si interdicano. In modo del tutto simile si può definire la "*Dinamica d'Ingresso Differenziale*" (*Differential Mode Input Range* = DMIR).