

4.9 L'amplificatore in corrente continua realizzato con microcircuiti

L'amplificatore in corrente continua ha il compito di elevare il livello di piccole tensioni continue per poterle utilizzare in molte applicazioni; si tenga presente che si annoverano tra le tensioni continue anche particolari segnali che proprio continui non sono, quali ad esempio i segnali provenienti da rivelatori di onde sismiche o da sensori elettromedicali che variano molto lentamente nel tempo e non sono adatti ad essere amplificati da circuiti in corrente alternata.

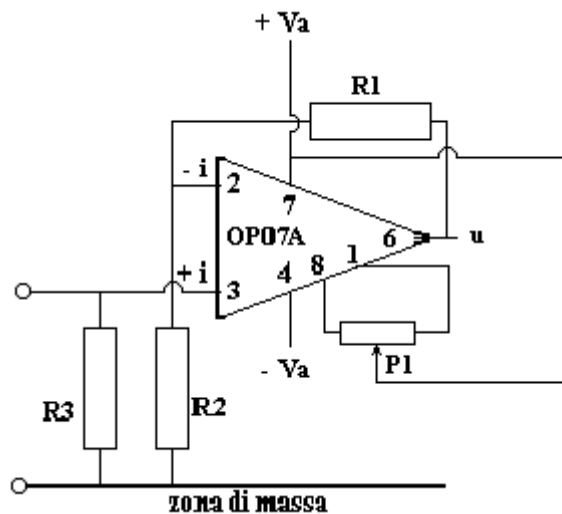
D'altro canto un amplificatore in corrente continua può, naturalmente, elevare il livello di segnali alternati a frequenze compatibili con il tipo di circuito integrato scelto per la realizzazione dell'amplificatore stesso.

Il problema più difficile da risolvere per la realizzazione di amplificatori in corrente continua è il contenimento del fuori zero d'uscita che, con la sua presenza, tende a mascherare i segnali che hanno ampiezze comparabili.

Anche se in alcune severe applicazioni i circuiti integrati vengono posti in appositi contenitori controllati in temperatura, per minimizzare le variazioni delle tensioni di fuori zero, in questo studio ci occuperemo di problematiche molto più semplici quali, ad esempio, l'amplificazione di segnali in corrente continua che variano in ampiezza in un campo compreso tra 1 e 100 mV.

Uno tra gli innumerevoli microcircuiti in grado di amplificare segnali continui in questa gamma di valori è l'integrato OP 07A che, oltre ad avere basso valore di tensione di fuori zero d'ingresso è dotato di circuito di compensazione così come mostrato in figura 4.19.

figura 4.19



Un esempio di calcolo per l'impiego del circuito indicato, per il dimensionamento dei componenti e per esaminare le limitazioni imposte all'integrato può essere il seguente:

Dati di progetto richiesti:

Segnale minimo d'ingresso $S_i = 1\text{mVcc}$

Segnale massimo d'ingresso $S_i = 100\text{mVcc}$

Guadagno richiesto $G = 100\text{ volte (40 dB) - 10\%}$

Dinamica richiesta $= \pm 10\text{ V}$

Resistenza di carico $= 5000\text{ ohm}$

Tensione massima di fuori zero d'uscita $= 5\text{ mV}$

Temperatura ambiente $T_a = 25^\circ$

Dimensionamento della rete di controreazione:

Per R1 si assume un valore tale da non costituire un carico rilevante per l'integrato R1 = 100000 ohm. Per R2 volendo un guadagno di 100 volte sarà:

$$R2 = R1 / 100 = 100000 \text{ ohm} / 100 = 1000 \text{ ohm}$$

Verifica del valore di Amin:

Il dati di progetto impongono un decremento massimo del guadagno pari al 10%, il grafico di figura 4.7 per questa tolleranza indica un rapporto G/Amin = 0.012 dal quale si calcola Amin:

$$Amin. = Gmin / 0.012 = 90 / 0.012 = 7500$$

Valore ampiamente compreso nei dati caratteristici dell'OP07A che indicano per A un valore minimo di circa 200000.

Calcolo della resistenza R3:

Per ridurre al massimo le variazioni delle tensioni di fuori zero d'ingresso è opportuno che il valore di R3 sia uguale al parallelo tra R1 ed R2 perciò:

$$R3 = (R1 * R2) / (R1 + R2) = (100000 * 1000) / (100000 + 1000) = 990 \text{ ohm} \text{ (da arrotondare a } 1000 \text{ ohm)}$$

Calcolo del fuori zero d'ingresso dovuto alla corrente che fluisce da +i:

Le caratteristiche dell' OP07A indicano in 6 nA massimi la corrente che fluisce dall'ingresso +i per fuori zero e 6 nA per polarizzazione, entrambe circolanti in R3, queste correnti provocano una tensione di fuori zero su R3 pari a :

$$V(f.zero R3) = R3 * (6 \text{ nA} + 6 \text{ nA}) = 1000 \text{ ohm} * 12 \text{ nA} = 1000 \text{ ohm} * 12 * 10^{-9} = 12 \text{ } \mu\text{V}$$

Calcolo della tensione di fuori zero d'uscita:

Il limite imposto dal progetto prevede un fuori zero massimo d'uscita di 5 mV ad una temperatura ambiente di 25°C. Il foglio delle caratteristiche dell' OP07A indica in 60 μV massimi il fuori zero d'ingresso, valore che, con il fuori zero V(f.zero R3), nell'ipotesi di non impiegare il circuito di compensazione formato da P1, verrebbe a trovarsi all'uscita moltiplicato per il guadagno dello stadio:

$$Vu \text{ (fuori zero) } = Vi \text{ (fuori zero) } + V(f.zero R3) * G = 72 \text{ } \mu\text{V} * 100 = 7.2 \text{ mV}$$

questo livello di fuori zero non sarebbe compatibile con il dato di progetto di 5 mV.

Le caratteristiche dell'OP07A indicano la possibilità di correzione del fuori zero d'uscita di ± 4 mV, mediante un potenziometro P1 del valore di 20000 ohm , collegato tra i terminali 1 ed 8, pertanto il valore dei 6 mV di fuori zero può essere variato da:

$$7.2 \text{ mV} - 4 \text{ mV} = 3.2 \text{ mV} \quad \text{a} \quad 7.2 \text{ mV} + 4 \text{ mV} = 11.2 \text{ mV}$$

con il raggiungimento e il superamento dell'obiettivo richiesto dal progetto.

Controllo della dinamica:

Il progetto prevede una dinamica di ± 10V su di un carico di 5000 ohm; le caratteristiche dell'integrato garantiscono una dinamica di ± 12 V su di un carico di 2000 ohm per tensione d'alimentazione di ± 15 V, queste prestazioni soddisfano il dato richiesto dal progetto.