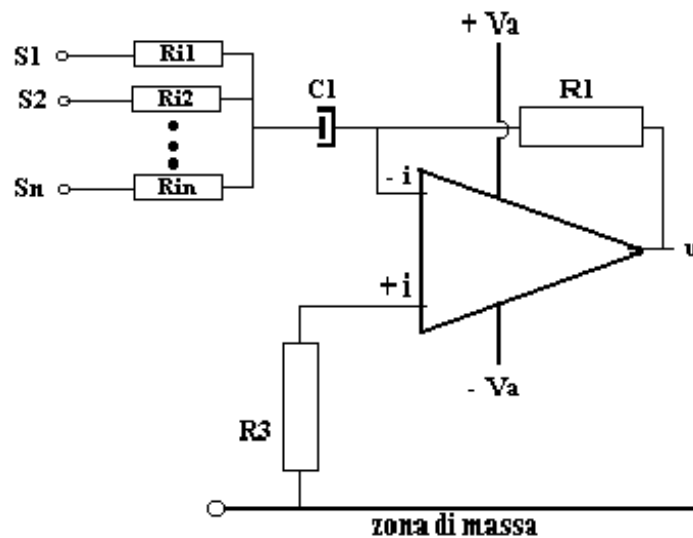


4.8.2 L'amplificatore operazionale in corrente alternata

Per completare l'esame dell'amplificatore esposto nel paragrafo 4.8.1 è necessario evidenziare l'analogia di questo circuito con l'operazionale a transistori sviluppato nel paragrafo 3.16; entrambi i circuiti impiegano un ingresso invertente che inietta la corrente di segnale nel punto di retrocessione del segnale di controreazione, il punto, definito come "punto di somma", caratterizza questi circuiti come "amplificatori operazionali", configurazioni idonee ad eseguire fondamentali operazioni matematiche.

È pertanto naturale riportare in figura 4.18 l'amplificatore di figura 4.17, trasformato in operazionale, con l'aggiunta degli "n" ingressi necessari, ad esempio, alla somma algebrica di "n" segnali.

figura 4.18



L'espressione che governa la tensione d'uscita dell'operazionale è data da:

$$V_u = S_1 * R_1 / R_{i1} + S_2 * R_1 / R_{i2} + \dots + S_n * R_1 / R_{in}$$

espressione valida se il guadagno libero A_{min} è almeno 50 volte il guadagno complessivo G_c , computato come se le n resistenze d'ingresso fossero un'unica resistenza avente il valore del parallelo di tutte, cioè

$$A > 100 * G_c$$

$$A > 100 * R_1 / \{ 1 / [(1/R_{i1}) + (1/R_{i2}) + \dots + (1/R_{in})] \}$$

Il consueto esempio a chiarire l'assunto:

Siano da sommare algebricamente 4 segnali alternati alla frequenza di 20000 Hz; S1, S2, S3, S4, ciascuno di ampiezza massima di 0.01 Vp, per ottenere in uscita dell'operazionale la somma così come scritta:

$$V_u = 120 * (S_1 + S_2 + S_3 + S_4)$$

Calcolo del livello della tensione d'uscita:

Essendo i 4 segnali di ampiezza massima pari ad $0.01 V_p$ il segnale somma d'uscita sarà al massimo:

$$V_u \max = 4 * 120 * 0.01 V_p = 4.8 V_p$$

Un operazionale con una dinamica di $\pm 10 V$ sarà adatto all'impiego.

Calcolo delle resistenze R_1 ed $R_{i1}, R_{i2}, R_{i3}, R_{i4}$:

Il valore di R_1 dovrà essere tale da non costituire un carico per l'amplificatore operazionale che generalmente lavora con R_c dell'ordine di 10000 ohm; scegliendo R_1 di 100000 ohm il problema è risolto.

Il valore di ciascuna delle 4 resistenze d'ingresso, volendo che la somma sia eseguita secondo l'espressione

$$V_u = 120 * (S_1 + S_2 + S_3 + S_4)$$

che impone un guadagno di 120 volte per ogni segnale, dovrà essere secondo l'espressione

$$V_u = S_1 * R_1 / R_{i1} + S_2 * R_1 / R_{i2} + \dots + S_n * R_1 / R_{in}$$

da cui si ha

$$R_{i1} = R_{i2} = R_{i3} = R_{i4} = R_1 / 120 = 833 \text{ ohm}$$

Calcolo del valore minimo di A :

Il guadagno minimo di A deve essere superiore a 50 volte il guadagno complessivo G_c :

$$G_c = R_1 / R_p$$

dove R_p , parallelo delle 4 resistenze d'ingresso del valore di 833 ohm ciascuna, è:

$$R_p = 833 \text{ ohm} / 4 = 208 \text{ ohm}$$

per cui

$$G_c = R_1 / R_p = 100000 \text{ ohm} / 208 \text{ ohm} = 480 \text{ volte}$$

ne segue che il valore minimo di A debba essere

$$A_{\min} = 50 * 480 = 24000 \text{ volte (88 dB)}$$

Risultando il valore $A_{\min} = 24000$ volte sarà necessario cercare a catalogo un integrato che abbia tale valore alla frequenza di lavoro di 20000 Hz.

Calcolo di C_1 :

Il valore di C_1 si calcola imponendo $X_{c1} = R_p / 100 = 208 \text{ ohm} / 100 = 2.08 \text{ ohm}$ da cui

$$C_1 = 1 / 2 * \pi * f * X_{c1} = 1 / 6.28 * 20000 \text{ Hz} * 2.08 \text{ ohm} = 3.8 \mu\text{F} \text{ (da arrotondare a } 4.7 \mu\text{F)}$$

Osservazione per R_3 :

Per ottenere la migliore stabilità alle variazioni dei fuori zero è utile porre $R3 = R1 = 100000 \text{ ohm}$.