

4. Validità delle formule di guadagno con controreazione.

Nei paragrafi precedenti abbiamo calcolato i guadagni sia per connessione invertente che non invertente partendo dall'ipotesi di un guadagno A , senza controreazione, infinito o almeno estremamente grande. Vediamo ora quali sono i limiti di validità delle formule trovate.

Per l'amplificatore connesso come invertente avevamo trovato

$$A_{F-} = \frac{AR_F Z_{IN}}{R_S Z_{IN}(1-A) + R_S R_F + R_F Z_{IN}} \rightarrow -\frac{R_F}{R_S} = A_{FL-} \quad (1.4)$$

ove per A_{F-} si intende l'amplificazione con controreazione in generale, e con A_{FL-} intendiamo l'amplificazione con controreazione nel caso ideale, ovvero nel caso di A tendente all'infinito.

Supponiamo invece che A non sia infinita per verificare quali siano i limiti di validità della (1.4). Come conseguenza avremo che V_{IN} , della Fig. 5.2, non sarà nulla, ma leggermente diversa da zero. Continuiamo tuttavia a supporre che I_S sia uguale I_F , che è ragionevole se pensiamo che comunque l'impedenza d'ingresso dell'amplificatore senza controreazione sia abbastanza alta.

Dalla Fig. 5.2, ove V_{IN} non sia nulla, possiamo scrivere:

$$\frac{V_S - V_{IN}}{R_S} = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{R_F} \quad (2.4)$$

e ricordando che comunque risulta

$$V_{IN} = \frac{V_{OUT}}{A} \quad (3.4)$$

eliminando V_{IN} dalla (2.4) otteniamo

$$A_{F-} = \frac{V_{OUT}}{V_S} = \frac{AR_F}{R_S + R_F - R_S A} \quad (4.4)$$

che per A che tende all'infinito ci riporta (1.4) ad A_{FL-} .

Dividendo la (4.4) per R_S possiamo riscriverla come

$$A_{F-} = \frac{V_{OUT}}{V_S} = \frac{AA_{FI-}}{A_{FI-} - 1 + A} = \frac{A_{FI-}}{1 - \frac{1}{A} + \frac{A_{FI-}}{A}} \approx \frac{A_{FI-}}{1 + \frac{A_{FI-}}{A}} \quad (5.4)$$

dalla quale si vede come non sia necessario che A sia infinita perchè

$$A_{F-} = \frac{V_{OUT}}{V_S} = A_{FI-} \quad (6.4)$$

ma sia sufficiente che sia $A_{FI-} \ll A$.

Vediamo ora che errore si compie nel caso dell'amplificatore non invertente.

Dalla Fig. 5.3, considerando ora che V' , tensione fra i terminali, non sia nulla ma uguale ad una tensione di errore e , scriviamo

$$\frac{V_{OUT}}{R_F + R} * R = V_1 - e \quad (7.4)$$

ricordando che comunque $V_{OUT} = A * e$, otteniamo

$$V_{OUT} = AV_1 - A \frac{V_{OUT}}{R_F + R} R \quad (8.4)$$

e in definitiva

$$A_{F+} = \frac{V_{OUT}}{V_1} = \frac{A}{1 + A \frac{R}{R + R_F}} \quad (9.4)$$

ricordando la (6.3), e chiamandola ora A_{FI+} , si può scrivere

$$A_{F+} = \frac{V_{OUT}}{V_1} = \frac{A}{1 + \frac{A}{A_{FI+}}} \quad (10.4)$$

ovvero perchè valga la (6.3) è sufficiente che $A_{FI+} \ll A$.

In conclusione l'assunzione che l'amplificazione senza controreazione sia infinita, non è necessaria purchè l'amplificazione con controreazione sia piccola rispetto ad essa.

Ad esempio si vede dalla (5.4) che volendo un guadagno 10, già con un amplificatore con guadagno senza controreazione di 10^3 , si avrebbe un guadagno effettivo di 9.9, oppure, volendo un guadagno unitario non invertente, dalla (10.4) si avrebbe 0.99. Al crescere del guadagno a maglia aperta la precisione cresce. Oggi sono disponibili a prezzo bassissimo amplificatori che a maglia aperta offrono guadagni superiori a qualche unità in 10^5 .

