

# La Retroazione



# Indice

1	Retroazione	5
---	-------------	---



# Capitolo 1

## Retroazione

Il metodo della retroazione consente di avere amplificatori che funzionano in maniera più indipendente dalle variazioni esterne al sistema (come temperatura e processi tecnologici) **migliorandone la stabilità**.

Parte dell'uscita viene riportata in ingresso e sottratta.

$$A^{CC} = \frac{A^{CA}}{1 + A^{CA}\beta}$$

dove  $A^{CA}\beta$  è detto **guadagno d'anello**, mentre  $1 + A^{CA}\beta$  è detto **fattore di controreazione**. Riduco il guadagno  $A^{CA}$  a ciclo aperto di un fattore pari al fattore di controreazione e per poter approssimare il guadagno a ciclo chiuso in modo che dipenda solo da  $\beta$  deve essere  $A^{CA}\beta \gg 1$  in modo che  $A^{CC} \approx \frac{1}{\beta}$ .

In tal caso l'aleatorietà dovuta al sistema A viene eliminata a discapito del guadagno stesso. Otteguo miglioramenti in termini di stabilità, impedenza d'ingresso/uscita, banda passante e riduco le distorsioni non lineari.

Le ipotesi necessarie per un corretto funzionamento della retroazione sono:

1. Le caratteristiche dell'amplificatore non sono influenzate da  $\beta$  e dal carico;
2. Le caratteristiche di ingresso dell'amplificatore A e di uscita della rete  $\beta$ , non sono modificate dal nodo sottrattore;
3. I segnali fluiscono da sinistra a destra per A e da destra a sinistra per  $\beta$  (**unidirezionalità**).

Se queste condizioni sono verificate riusciamo ad ottenere caratteristiche del tipo  $A^{CC} = \frac{A^{CA}}{1+A^{CA}\beta}$  e abbiamo il miglioramento di alcuni parametri dell'amplificatore.

I miglioramenti ottenuti dalla retroazione negativa a spese del guadagno sono:

1. **Stabilità del guadagno:** la retroazione riduce la stabilità del guadagno alle variazioni dei valori e dei parametri del transistor e degli elementi del circuito.
2. **Impedenza d'ingresso-uscita:** la retroazione può aumentare o diminuire la  $R_{IN}$  e  $R_{OUT}$  di un amplificatore;
3. **Banda passante:** la banda di un amplificatore può essere ampliata mediante la retroazione;
4. **Distorsione non lineare:** riduce gli effetti di distorsione non lineare.

## Distorsione

Un determinato amplificatore risulta lineare solo per un preciso range della tensione d'ingresso; la retroazione linearizza la caratteristica se  $A\beta \gg 1$ .

## Stabilizzazione del guadagno

$\frac{dA}{A}$  è una quantità che indica quanto è l'effetto delle variazioni dei processi tecnologici e della temperatura sul guadagno totale.

Essendo  $A^{CC} = \frac{A}{1+A\beta}$  allora:

$$dA^{CC} = \frac{dA}{(1+A\beta)^2}$$

$$\frac{dA^{CC}}{A^{CC}} = \frac{1}{(1+A\beta)} \frac{dA}{A}$$

$$\frac{dA}{A} \gg \frac{dA^{CC}}{A^{CC}}$$

Una variazione del guadagno a ciclo chiuso è minore di una variazione di  $A$  di un fattore  $1+A\beta$ .

## Reiezione di banda

Ipotizziamo di avere un guadagno a ciclo aperto del tipo  $A(s) = A_0 \frac{s}{s+\omega_L} \frac{1}{1+\frac{s}{\omega_H}}$  che è band-pass.

Inserendo l'amplificatore in una rete di retroazione si ha:

$$A^{CC} = \frac{A(s)}{1 + A(s)\beta} = \frac{\frac{A_0 s \omega_H}{(s+\omega_L)(s+\omega_H)}}{1 + \frac{A_0 s \omega_H}{(s+\omega_L)(s+\omega_H)}} = \frac{A_0 s \omega_H}{s^2 + s(\omega_L + \omega_H + A_0 \beta \omega_H) + \omega_H \omega_L}$$

È diventata una funzione del 2° ordine.

Il polo maggiore  $\omega_H$  si può approssimare:

$$\omega'_H \cong \omega_L + \omega_H(1 + A_0 \beta) \approx \omega_H(1 + A_0 \beta)$$