

I parametri per valutare la stabilità della polarizzazione del BJT

Le relazioni approssimate riportate nel testo da (3.16) a (3.19), consentono il progetto di massima del circuito di polarizzazione e stabilizzazione in modo generico, cioè senza rispettare condizioni particolari.

È possibile disporre di condizioni più precise, individuando relazioni che legano alcune delle resistenze incognite a limiti accettabili di variazione del punto di lavoro (*condizioni di stabilità*).

Le condizioni di stabilità derivano dall'ipotesi di progettare il circuito di polarizzazione e stabilizzazione, imponendo una determinata fascia di possibile fluttuazione del punto di lavoro.

Questo significa che, se ci si propone di accettare che, per effetti termici o di deriva, il punto di lavoro subisca modifiche limitate entro un campo definito, le *condizioni di stabilità* forniscono relazioni di progetto che rendono possibili queste limitazioni.

È possibile restringere il campo, sino a giungere ad una stabilità *totale* del punto di lavoro, ma questo avviene a danno della resistenza d'ingresso e del guadagno dell'amplificatore.

In genere si raggiungono soluzioni di compromesso, che mediano tra la stabilità e la qualità dell'amplificatore.

Ad esempio, è possibile accettare una fluttuazione residua di I_{C0} del 10% per effetti termici e di dispersione, attribuendola in parte a ciascuna delle cause che determinano modifiche di I_{C0} medesima.

Considerando separatamente i singoli elementi che producono modifiche di I_{C0} in funzione della temperatura e della dispersione delle caratteristiche, si definiscono i tre parametri della stabilità: S_i , S_{VBE} ed S_{hFE} .

Definendo i parametri, si forniscono anche le relazioni che li legano ai componenti circuitali, in modo da evidenziarne l'utilizzo nell'analisi e nel progetto:

- a) *Stabilità rispetto a I_{CB0}* : definisce le variazioni di I_{C0} rispetto ad I_{CB0} , per cause termiche:

$$S_i = \frac{\Delta I_{C0}}{\Delta I_{CB0}} \approx 1 + \frac{R_B}{R_E}$$

dove R_B è la resistenza equivalente di Thevenin del partitore di polarizzazione, in pratica il parallelo tra R_1 e R_2 .

- b) *Stabilità rispetto a V_{BE}* : definisce le variazioni di I_{C0} rispetto ad V_{BE} , per cause termiche:

$$S_{VBE} = -\frac{\Delta I_{C0}}{\Delta V_{BE}} \approx \frac{1}{R_E} \quad [\Omega^{-1}] \quad (\text{in modulo})$$

- c) *Stabilità rispetto a h_{FE}* : definisce le variazioni di I_{C0} rispetto ad h_{FE} , per dispersione delle caratteristiche:

$$S_{hFE} = \frac{\Delta I_{C0}}{\Delta h_{FE}} \approx \frac{I_{Cm}(1 + R_B/R_E)}{h_{FEm}(1 + h_{FEM})} \quad [A]$$

dove il pedice "m" individua il valore minimo del campo di variazione, cioè il più piccolo dei valori di h_{FE} indicati dal costruttore e la corrente I_C ad esso corrispondente, mentre il pedice "M" definisce il valore massimo.

Analizzare il circuito di polarizzazione e stabilizzazione progettato nell'ESEMPIO 13 del CAPITOLO 3, ricavando i fattori di stabilità; si valuti per ogni fattore la variazione relativa consentita alla corrente I_{C0} .

SOLUZIONE

Sono noti:

$I_{C0} = 4 \text{ mA}$; $h_{FEyp} = 100$; $h_{FEM} = 250$; $h_{FEm} = 75$; $R_E = 220 \text{ } \Omega$; $R_C = 1 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 3,0 \text{ k}\Omega$; $R_1 = 14 \text{ k}\Omega$ per cui $R_B \approx 2,5 \text{ k}\Omega$

- Calcolo di S_i :

$$S_i = \frac{\Delta I_{C0}}{\Delta I_{CB0}} \approx 1 + \frac{R_B}{R_E} = 1 + \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{220} = 12,4$$

Per cui le variazioni di I_{C0} causate dalla fluttuazione di I_{CB0} per effetto termico, valgono: $\Delta I_{C0} = 12,4 \Delta I_{CB0}$.

- Calcolo di $S_{V_{BE}}$:

$$S_{V_{BE}} = -\frac{\Delta I_{C0}}{\Delta V_{BE}} \approx -\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{220} = -4,5 \cdot 10^{-3} \text{ } \Omega^{-1}$$

Per cui le variazioni di I_{C0} causate dalla fluttuazione di V_{BE} per effetto termico, valgono: $\Delta I_{C0} = -4,5 \cdot 10^{-3} \Delta V_{BE}$.

- Calcolo di $S_{h_{FE}}$:

$$S_{h_{FE}} = \frac{\Delta I_{C0}}{\Delta h_{FE}} \approx \frac{I_{Cm}(1 + R_B / R_E)}{h_{FEm}(1 + h_{FEM})} = \frac{4 \cdot 10^{-3}(1 + 2500 / 220)}{75 \cdot (1 + 250)} = 2,6 \text{ } \mu\text{A}$$

Per cui le variazioni di I_{C0} causate dalla fluttuazione di h_{FE} valgono: $\Delta I_{C0} = 2,6 \cdot 10^{-6} \Delta h_{FE}$.

Di conseguenza in corrispondenza della massima variazione di h_{FE} , dovuta alla dispersione delle caratteristiche del BJT in oggetto, $\Delta h_{FE} = h_{FEM} - h_{FEm} = 250 - 75 = 175$, si ha una variazione di I_{C0} pari a $\Delta I_{C0} = 2,6 \cdot 10^{-6} \Delta h_{FE} \approx 0,45 \text{ mA}$.