

ESERCIZIO 2 (Settimana 6)

Dato il circuito di figura, indicare lo stato di polarizzazione del transistor bipolare, giustificando la risposta.

Dati: $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $V_{EE} = 5 \text{ V}$, $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 2 \text{ k}\Omega$.

Q: $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $\beta_F = 100$, $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$

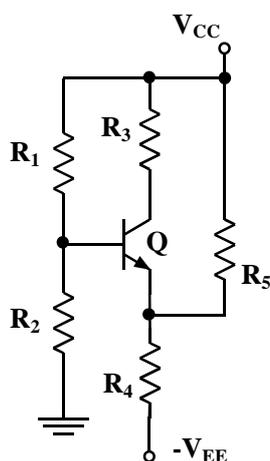


Fig. 1 – Circuito proposto.

Soluzione

Il circuito può essere trasformato considerando gli equivalenti di Thevenin dei circuiti di polarizzazione di base e emettitore. Si ottiene allora il circuito di Fig. 2.

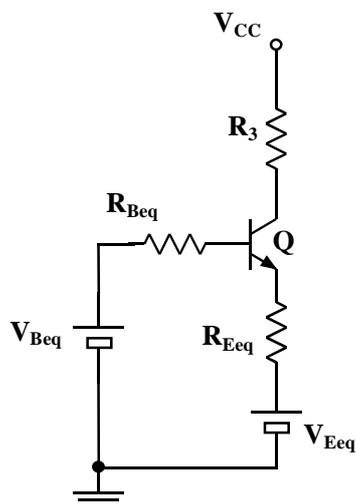


Fig. 2 – Circuito semplificato tramite Thevenin.

Calcoliamo le tensioni e le resistenze equivalenti. Risulta

$$V_{Beq} = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 2.5 \text{ V}, \quad (1)$$

$$R_{Beq} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 25 \text{ k}\Omega, \quad (2)$$

$$V_{Eeq} = V_{CC} \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_5} - V_{EE} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} = 3.33 \text{ V}, \quad (3)$$

$$R_{Eeq} = R_4 // R_5 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 1.67 \text{ k}\Omega. \quad (4)$$

Dall'esame delle tensioni a vuoto sui morsetti di base e emettitore, si vede che la giunzione base emettitore del transistor risulta polarizzata inversamente. Ipotizzando allora che il transistor sia nello stato di interdizione, si vede che la tensione di collettore risulta pari a V_{CC} . Di conseguenza, anche la giunzione collettore base risulta inversamente polarizzata. Pertanto si conclude che il transistor è effettivamente interdetto.

Analizziamo anche, a titolo di esempio, il caso in cui fosse stato $R_2 = 330 \text{ k}\Omega$. L'analisi precedentemente condotta mostra adesso i risultati seguenti:

$$V_{Beq} = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4.34 \text{ V}, \quad (5)$$

$$R_{Beq} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 43.4 \text{ k}\Omega, \quad (6)$$

$$V_{Eeq} = V_{CC} \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_5} - V_{EE} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} = 3.33 \text{ V}, \quad (7)$$

$$R_{Eeq} = R_4 // R_5 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 1.67 \text{ k}\Omega. \quad (8)$$

Conseguentemente, l'ipotesi più ragionevole sarà ora quella di transistor acceso. Ipotizzando un funzionamento nella regione attiva, si vede allora che

$$I_B = \frac{V_{Beq} - V_{BE} - V_{Eeq}}{R_{Beq} + R_{Eeq} \cdot (\beta_F + 1)} = 1.46 \text{ }\mu\text{A} \quad (9)$$

e, di conseguenza,

$$I_C = I_B \cdot \beta_F = 0.15 \text{ mA}, \quad (10)$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_3 \cdot I_C - R_{Eeq} \cdot \left(1 + \frac{1}{\beta_F}\right) \cdot I_C - V_{Eeq} = 1.27 \text{ V}. \quad (11)$$

Poiché la tensione collettore emettitore è sufficientemente elevata, in particolare ben maggiore della tensione V_{CEsat} , il transistor si trova effettivamente in zona attiva.