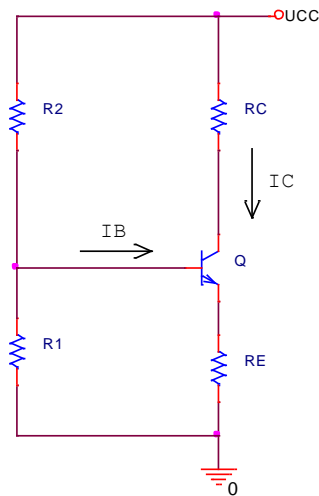




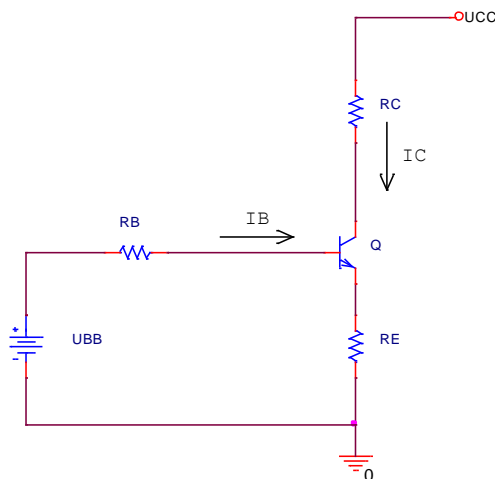
Stabilisering av arbeidspunktet til et fellesemittertrinn.

Hvordan beregne stabiliteten til arbeidspunktet til et felles emittertrinn.

Gitt:



Vi lager en Theveninekvivalent av R_1 , R_2 og U_{CC} som gir denne ekvivalentkretsen



$$\text{der } U_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{CC} \quad \text{og} \quad R_B = R_1 \parallel R_2 .$$

Fra basis-emittersløyfen får vi:

$$1) \quad -U_{BB} + R_B \cdot I_B + U_{BE} + R_E \cdot I_E = 0 \quad \Rightarrow$$

$$2) \quad \left(\frac{\beta+1}{\beta} \cdot R_E + \frac{R_B}{\beta} \right) \cdot I_C + U_{BE} = U_{BB}$$

Vi vil anta at $\beta \gg 1$ slik at $\frac{\beta}{\beta+1} \approx 1 \quad \Rightarrow$

$$3) \quad \left(R_E + \frac{R_B}{\beta} \right) \cdot I_C + U_{BE} = U_{BB} \quad \Rightarrow$$

$$4) \quad I_C = \frac{U_{BB} - U_{BE}}{R_E + \frac{R_B}{\beta}}$$

Det som påvirker stabiliteten til arbeidspunktet, det vil si (I_C , U_{CE}), er variasjonen i U_{BE} og β .

Variasjonen i U_{BE} kan være $\pm 50\text{mV}$ for like transistorer med lik kollektorstrøm. I tillegg avtar U_{BE} med ca. $2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ når kollektorstrømmen er konstant.

β kan variere med en faktor 2 – 4 for like transistorer med lik kollektorstrøm og kollektor-basispenning og øker med ca. $0.5 \% / ^\circ\text{C}$.

Dette gir oss disse ligningene for U_{BE} og β som funksjon av temperaturen:

$$5) \quad \beta(T) = \beta(T_0) \cdot 1.005^{(T-T_0)}$$

$$6) \quad U_{BE}(T) = U_{BE}(T_0) - 2(\text{mV} / ^\circ\text{C}) \cdot (T - T_0)$$

Ligning 3) ovenfor skal vi bruke til å bestemme U_{BB} og R_B når R_E er kjent.

Anta at vi har bestemt hvor stor variasjon vi tillater i kollektorstrømmen I_C :

$$I_{C_{\min}} < I_C < I_{C_{\max}}.$$

Vi har og funnet $U_{BE_{\min}}$, $U_{BE_{\max}}$ og β_{\min} , β_{\max} .

Vi går fram slik:

I_C har sin maksimalverdi når U_{BE} har sin minste verdi og β har sin største verdi.

I_C har sin minimalverdi når U_{BE} har sin største verdi og β har sin minste verdi.

Ved å sette disse opplysningene inn i ligning 3) får vi to nye ligninger:

$$7) \quad U_{BB} = U_{BE_{\max}} + \left(R_E + \frac{R_B}{\beta_{\min}} \right) \cdot I_{C_{\min}}$$

$$8) \quad U_{BB} = U_{BE_{\min}} + \left(R_E + \frac{R_B}{\beta_{\max}} \right) \cdot I_{C_{\max}}$$

Her har vi to ligninger i tre ukjente, U_{BB} , R_B og R_E . Vi gjør dem først om til en ligning i to ukjente ved å eliminere U_{BB} fra ligningene. Det får vi til ved å trekke ligning 8) fra ligning 7). Da får vi:

$$9) \quad 0 = (U_{BE_{maks}} - U_{BE_{min}}) - (I_{C_{maks}} - I_{C_{min}}) \cdot R_E + \left(\frac{I_{C_{min}}}{\beta_{min}} - \frac{I_{C_{maks}}}{\beta_{maks}} \right) \cdot R_B$$

Vi løser denne for R_B :

$$\text{La } \Delta U_{BE} = U_{BE_{maks}} - U_{BE_{min}} \quad \text{og} \quad \Delta I_C = I_{C_{maks}} - I_{C_{min}}$$

$$10) \quad R_B = \frac{\Delta I_C \cdot R_E - \Delta U_{BE}}{\frac{I_{C_{min}}}{\beta_{min}} - \frac{I_{C_{maks}}}{\beta_{maks}}}$$

Vi ser av ligning 10) at det er mulig å få negative verdier på R_B . Det er selvsagt ikke en praktisk løsning. Men det betyr bare at vi har valgt R_E for liten. Velg en større verdi på R_E og prøv igjen.

Måten vi bruker ligning 10) er slik:

Velg en verdi på R_E , regn ut R_B . Hvis verdien til R_B er akseptabel, det vil si stor nok, er vi ferdige, hvis ikke, velg en ny verdi på R_E og gjenta.

En kan selvsagt snu på ligning 10) og få denne formen:

$$11) \quad R_E = \frac{\Delta U_{BE} + \left(\frac{I_{C_{min}}}{\beta_{min}} - \frac{I_{C_{maks}}}{\beta_{maks}} \right) \cdot R_B}{\Delta I_C}$$

$$\text{Av denne ligningen ser vi at } R_E > \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_C}.$$

Når vi har funnet R_E og R_B kan vi bestemme U_{BB} fra ligning 7) eller 8). Når U_{BB} er bestemt kan vi så regne ut R_1 og R_2 :

$$12) \quad R_2 = \frac{U_{CC}}{U_{BB}} \cdot R_B$$

$$13) \quad \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_B} - \frac{1}{R_2} \quad \text{eller} \quad R_1 = \frac{U_{CC}}{U_{CC} - U_{BB}} \cdot R_B = \frac{R_2}{\frac{U_{CC}}{U_{BB}} - 1}$$

Eksempel:

Anta at vi ønsker at $I_C = 2mA \pm 20\%$ og at $R_B \geq 20k\Omega$. La $U_{CC} = 12V$.

For transistoren har vi funnet at $U_{BE_{min}} = 400mV$, $U_{BE_{maks}} = 750mV$, $\beta_{min} = 100$, $\beta_{maks} = 400$.

Dette gir

$$I_{C_{maks}} = 2.4mA, \quad I_{C_{min}} = 1.6mA \quad \text{og}$$

$$\Delta I_C = 0.8mA, \quad \Delta U_{BE} = 350mV$$

Sett inn i 10) eller 11).

Vi velger $R_B = 25k\Omega$ og setter inn i 11) som gir

$$R_E = \frac{0.35 + \left(\frac{1.6}{100} - \frac{2.4}{400} \right) \cdot 25}{0.8} = 0.75k\Omega$$

Vi velger en standardverdi på R_E som er større enn $0.75k\Omega$, vi velger $R_E = 0.82k\Omega$.

Denne verdien setter vi inn i 10) og får at $R_B = 30.6k\Omega$.

Fra ligning 8) kan vi nå bestemme U_{BB} :

$$U_{BB} = 0.400 + \left(0.82 + \frac{30.6}{400} \right) \cdot 2.4 = 2.552V.$$

Nå kan vi finne R_1 og R_2 fra 12) og 13):

$$R_2 = \frac{12}{2.552} \cdot 30.6 = 143.9k\Omega$$

$$R_1 = \frac{143.9}{\frac{12}{2.552} - 1} = 38.9k\Omega$$

