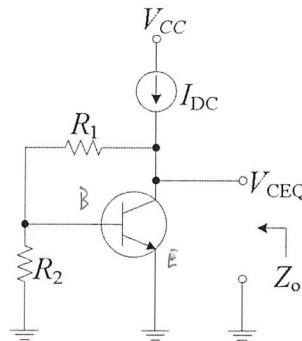


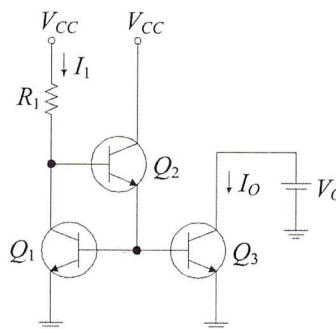


1. Laske kuvan 1 kytkennässä virran I_{DC} arvo siten että $V_{CEQ} = 7\text{ V}$ kun $V_{CC} = +15\text{ V}$, $R_1 = 6,2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 600\Omega$, $\beta = 150$ ja $V_{BEQ} = 0,6\text{ V}$. Piirrä kytkennän piensignaalinmalli, määritä ulostuloimpedanssin Z_o lauseke parametrien β , r_π , R_1 ja R_2 avulla ilmaistuna ja laske lausekkeen arvo. (6p)



Kuva 1

2. Tarkastellaan kuvassa 2 näkyvää kytkentää. (6p)
- a) Onko kyseessä virtalähde vai virtanielu? Johda virran I_O lauseke parametrien V_{BE} , β , R_1 ja V_{CC} avulla lausuttuna. Oleta että kaikki transistorit ($V_A = \infty$) toimivat lineaarisella alueella ja että kaikilla on sama β ja V_{BEQ} .
- b) Kuinka monta prosenttia virta I_O muuttuu, jos transistorien virtavahvistus kasvaa 100 % nimellisarvostaan $\beta = 50$ kun kytkennässä $V_{BEQ} = 0,7\text{ V}$, $R_1 = 1,35\text{ k}\Omega$ ja $V_{CC} = 15\text{ V}$?
- c) Toista b) -kohdan tehtävä (käyttäen annettuja arvoja) tapauksessa jossa virta I_O toteutetaan perusmuotoisella virtapeilikytkennällä ja vertaile tuloksia. Minkä johtopäätöksen voit tästä tehdä?



Kuva 2

3. Mitä etuja ja haittoja on positiivisella ja negatiivisella takaisinkytkennällä? Miten negatiivisesti takaisinkytketyn vahvistimen silmukkavahvistus tulee mitoittaa, jotta suljetun silmukan vahvistus saataisiin pysymään lähes vakiona? Miten takaisinkytkennällä voidaan vaikuttaa vahvistimen kohinaominaisuuksiin? Perustele vastauksesi lohkoakaavioesityksen avulla. (6p)

$$Z_{in,Miller} = \frac{Z_f}{1 - A_v} \quad Z_{out,Miller} = \frac{A_v Z_f}{A_v - 1} \quad \alpha = \frac{i_C}{i_E} \quad e^{v_{be}(t)/V_T} \approx 1 + v_{be}(t)/V_T$$

$$\begin{cases} i_B > 0 \\ i_C = \beta i_B \\ v_{CE} > 0,2 \text{ V} \end{cases} \quad \begin{cases} i_B > 0 \\ \beta i_B > i_C > 0 \\ v_{CE} = 0,2 \text{ V} \end{cases} \quad \begin{cases} v_{BE} < 0,5 \text{ V} \\ v_{BC} < 0,5 \text{ V} \end{cases} \quad \begin{cases} I_2 \gg I_{BQ} \\ R_2 > 10R_E \end{cases}$$

$$r_\pi = \frac{\beta V_T}{I_{CQ}} \quad V_T = \frac{kT}{q} \quad i_E = I_{ES} (e^{v_{BE}/V_T} - 1) \quad i_D = K v_{DS}^2 \quad \begin{cases} v_{GS} < V_{to} \\ i_D = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{GS} \geq V_{to} \\ v_{GD} = v_{GS} - v_{DS} \geq V_{to} \\ i_D = K [2(v_{GS} - V_{to})v_{DS} - v_{DS}^2] (1 + \lambda v_{DS}) \end{cases} \quad \begin{cases} v_{GS} \geq V_{to} \\ v_{GD} = v_{GS} - v_{DS} \leq V_{to} \\ i_D = K (v_{GS} - V_{to})^2 (1 + \lambda v_{DS}) \end{cases}$$

$$I_{DSS} = K V_{to}^2 \quad \begin{cases} K = \left(\frac{W}{L}\right) \frac{KP}{2} \\ KP = \mu_n C_{ox} \end{cases} \quad \lambda \cong \frac{0,1}{L} \text{ V}^{-1} \quad \lambda = \frac{1}{V_A}$$

$$r_o \cong \frac{V_A}{I} \quad g_m = 2 \frac{\sqrt{I_{DSS} I_{DQ}}}{|V_{to}|} = 2 \sqrt{KI_{DQ}} = \sqrt{2KP} \sqrt{W/L} \sqrt{I_{DQ}} = \sqrt{2\mu_n C_{ox}} \sqrt{W/L} \sqrt{I_{DQ}}$$

$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial v_{GS}} \right|_{Q\text{-piste}} \quad \frac{1}{r_d} = \left. \frac{\partial i_D}{\partial v_{DS}} \right|_{Q\text{-piste}} \quad g_m v_\pi = \beta i_B \quad GB = |A_v| f_H$$

$$R_2 \cong \frac{V_T}{I_{C2}} \ln \left(\frac{I_{C1}}{I_{C2}} \right) \quad I_2 = \frac{A_2}{A_1} I_1 \quad I_2 = \frac{W_2/L_2}{W_1/L_1} I_1 \quad CMRR_s = \frac{A_{vds}}{A_{vcm}}$$

$$i_{C1} = \frac{\alpha I_{EE}}{1 + e^{-v_{id}/V_T}} \quad i_{C2} = \frac{\alpha I_{EE}}{1 + e^{v_{id}/V_T}} \quad v_{od} = \alpha I_{EE} R_C \tanh \left(-\frac{v_{id}}{2V_T} \right) \quad CMRR_b = \frac{A_{vdb}}{A_{vcm}}$$

$$I_{D1} = \frac{I}{2} + \frac{I}{2} \left(\frac{v_{id}}{V_{GSQ} - V_{to}} \right) \sqrt{1 - \frac{1}{4} \left(\frac{v_{id}}{V_{GSQ} - V_{to}} \right)^2} \quad I_{D2} = \frac{I}{2} - \frac{I}{2} \left(\frac{v_{id}}{V_{GSQ} - V_{to}} \right) \sqrt{1 - \frac{1}{4} \left(\frac{v_{id}}{V_{GSQ} - V_{to}} \right)^2}$$

$$PM = \angle T(j\omega_{PM}) + 180^\circ \quad GM = 0 \text{ dB} - 20 \log(T(j\omega_{GM})) \quad s = -\sigma \pm j\omega$$

$$\omega_n = \sqrt{\sigma^2 + \omega^2} \quad \delta = \sigma / \omega_n$$