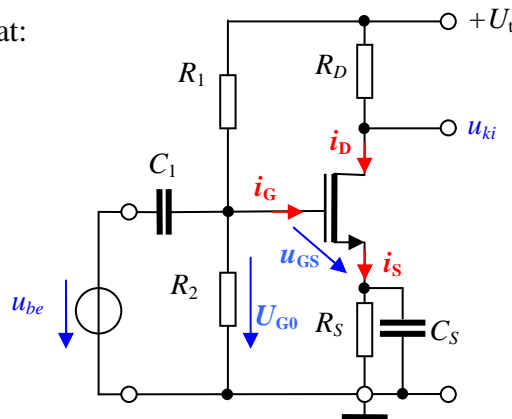


1.Feladat Ismertesse az n-csatornás nyitó típusú karakterisztikával rendelkező FET-ek munkapontbeállításával kapcsolatos alábbi fogalmakat (egy telepes munkapontbeállító áramkör gate osztóval: kapcsolási rajz, a munkaponti I_{S0} számítása négyzetes karakterisztika esetén ($U_P > 0$ és I_{D00} adott), az elzáródáshoz szükséges drain feszültség minimális értéke, az S_u feszültségstabilitási tényező értéke)!

Megoldás:

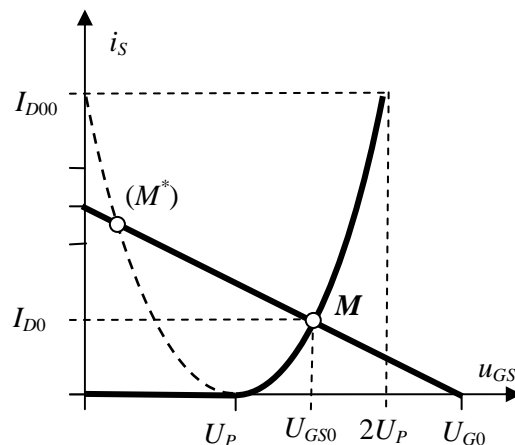
Egy telepes FS fokozat:



Két-ismeretlenes egyenletrendszer:

$$U_{G0} = u_{GS} + i_S R_S = U_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_S = \begin{cases} I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 & \text{ha } u_{GS} > U_P \\ 0 & \text{ha } u_{GS} \leq U_P \end{cases}$$



Megoldása: $i_S = I_{S0} = I_{D0}$, $u_{GS} = U_{GS0}$

Az elzáródási tartomány határa a kimeneti karakterisztikában: $i_S = I_{D00} \left(\frac{u_{DS}}{U_P} \right)^2$

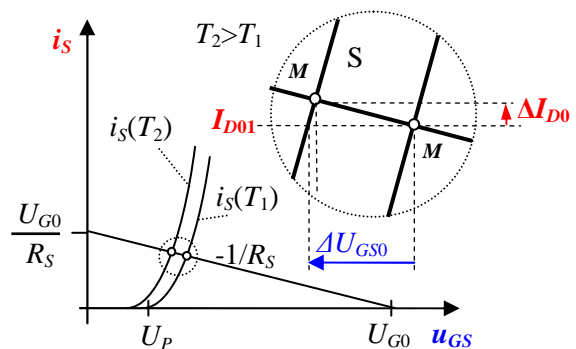
($u_{GD} \leq U_P$)

A feszültségstabilitási tényező:

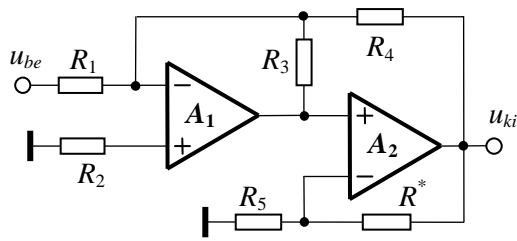
$$S_u = \frac{\partial I_{D0}}{\partial U_{GS0}} \cong \frac{\Delta I_{D0}}{\Delta U_{GS0}} = -\frac{1}{R_S + 1/S} = -\frac{S}{1 + SR_S}$$

Ahol:

$$S = \left. \frac{di_S(u_{GS})}{du_{GS}} \right|_{U_{GS0}} = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P}$$



2.) Feladat Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit! ($R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$)



a.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $R^* = R$, A_1 és A_2 ideális

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, A_1 és A_2 ideális

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, A_1 ideális

$$A_2(p) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)}, A_0=10^5, \omega_1=1 \text{ rad/s}, \omega_2=10^5 \text{ rad/s}$$

d.) $\zeta = ?$

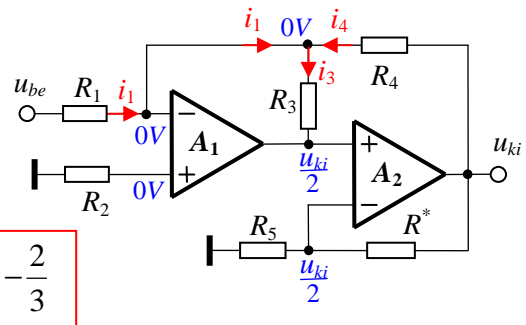
Megoldás:

a.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $R^* = R$, A_1 és A_2 ideális

Az $i_1 + i_4 = i_3$ csomóponti egyenletet a csomópontok potenciáljával felírva:

$$\frac{u_{be} - 0}{R_1} + \frac{u_{ki} - 0}{R_4} = \frac{0 - u_{ki}/2}{R_3} \quad u_{be} = -\frac{3}{2} u_{ki}$$

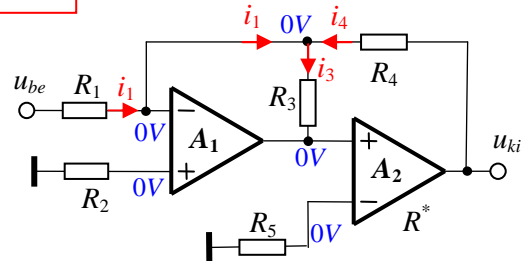
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{2}{3}$$



b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, A_1 és A_2 ideális

A csomópontok potenciálaiból következően: $i_3=0$

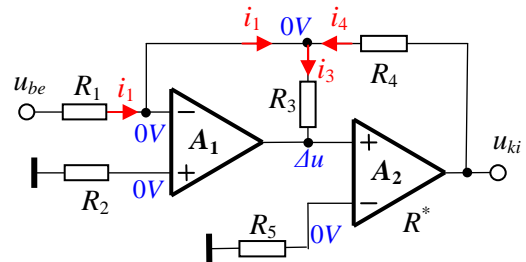
$$\frac{u_{be} - 0}{R_1} + \frac{u_{ki} - 0}{R_4} = 0 \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = A_{id} = -\frac{R_4}{R_1} = -1$$



c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, A_1 ideális

$$i_1 + i_4 = i_3 \rightarrow \frac{u_{be} - 0}{R_1} + \frac{u_{ki} - 0}{R_4} = \frac{0 - \Delta u}{R_3} \leftarrow \Delta u = \frac{u_{ki}}{A_2}$$

$$\frac{u_{be}}{R_1} = -\frac{u_{ki}}{R_4} - \frac{u_{ki}}{A_2 R_3} = -u_{ki} \frac{R_4 + A_2 R_3}{A_2 R_3 R_4}$$



$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = -\frac{R_4}{R_1} \frac{A_2 R_3}{R_4 + A_2 R_3} = -\frac{R_4}{R_3} \frac{A_2 R_3/R_4}{1 + A_2 R_3/R_4} = A_{id} \frac{A_2(s)\beta}{1 + A_2(s)\beta} \quad \beta = \frac{R_3}{R_4} = 1$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id} \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \frac{1}{1 + 2\zeta(s/\Omega_0) + (s/\Omega_0)^2}$$

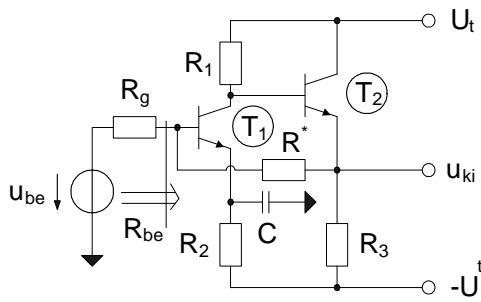
$$\Omega_0 = \sqrt{(1 + \beta A_0)\omega_1 \omega_2} \cong \sqrt{10^5 10^5} = 10^5 \text{ rad/sec}$$

d.) $\zeta = ?$

$$\zeta = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{\omega_2/\omega_1} + \sqrt{\omega_1/\omega_2}}{\sqrt{1 + \beta A_0}} \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\omega_2}{\beta A_0 \omega_1}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{10^5}{10^5}} = \frac{1}{2}$$

3.) Feladat

Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit!



$U_t = 10V$, $C \rightarrow \infty$, $R_1 = R_2 = 9,4 k\Omega$, $R_3 = 2,5 k\Omega$, $I_{E01} = 1mA$,
 $I_{E02} = 4mA$, $R_g = 2 k\Omega$,

T1, T2: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1 = \beta_2 \rightarrow \infty$,

a.) A visszacsatolás típusa? Az R^* ellenállás véges,

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, az R^* ellenállás értéke végtelen,

c.) $(\beta A) = ?$, $R^* = 2 k\Omega$, (r_{d2} közelíthető nullával),

d.) $R_{be} = ?$, $R^* = 2 k\Omega$, (r_{d2} közelíthető nullával)

Megoldás:

a.) Párhuzamos, negatív, feszültség visszacsatolás (Lásd 12. gyakorlat)

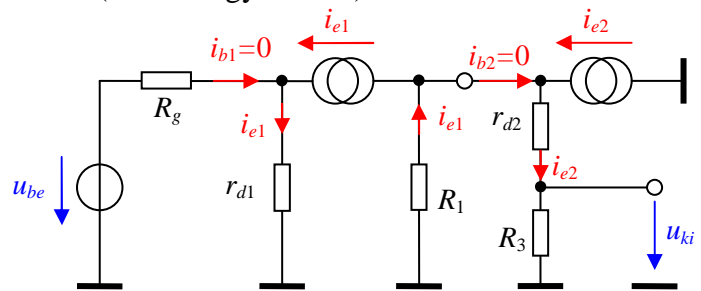
b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $R^* \rightarrow \infty$, $C_E \rightarrow \infty$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = A = \left(-\frac{R_1}{r_{d1}} \right) \frac{R_3}{r_{d2} + R_3} \cong -\frac{R_1}{r_{d1}}$$

$$= -\frac{9400}{26} = -361.5$$

$$r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = 26\Omega$$

$$r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E02}} = 6.5\Omega \ll R_3 = 2500\Omega$$



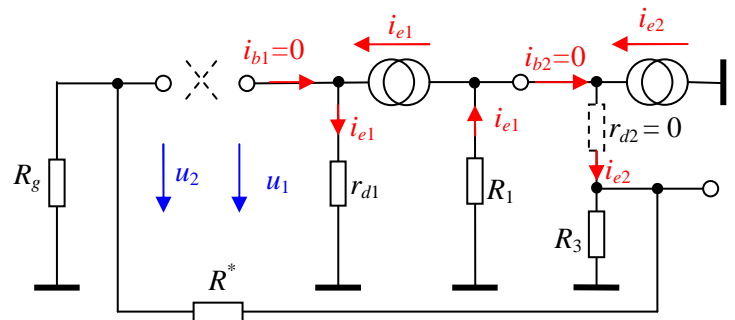
c.) $(\beta A) = ?$, $R^* = 1 k\Omega$, (r_{d2} közelíthető nullával)

Definíció szerint:

$$(\beta A) = -\frac{u_2}{u_1} \quad \text{Az } r_{d2} = 0 \text{ közelítéssel:}$$

$$(\beta A) = -\frac{u_2}{u_1} = \frac{R_1}{r_{d1}} \frac{R_g}{R^* + R_g} =$$

$$= \frac{9400}{26} \frac{2}{2+2} = 361.5 \frac{1}{2} = 180.75$$

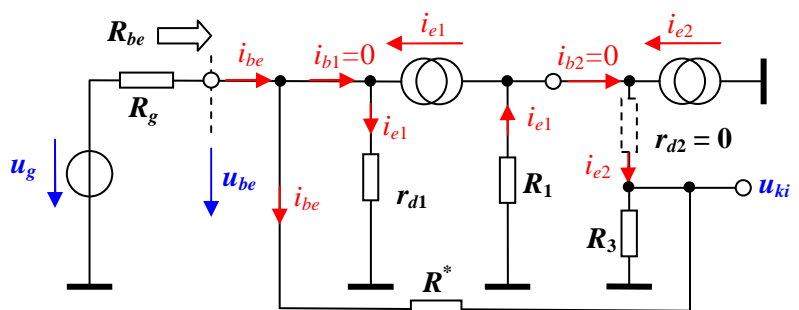


d.) $R_{be} = ?$, $R^* = 1 k\Omega$, (r_{d2} közelíthető nullával)

Ha $r_{d2} = 0$, akkor:

$$u_{ki} \cong -\frac{R_1}{r_{d1}} u_{be} = A u_{be} = -361.5 u_{be}$$

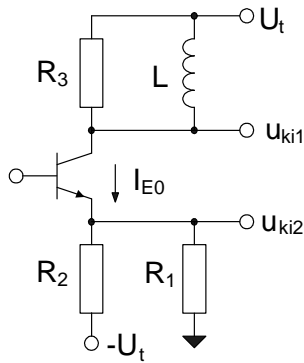
$$i_{be} = \frac{u_{be} - u_{ki}}{R^*} = \frac{u_{be}(1 - A)}{R^*}$$



(Miller impedancia!)

Amiből:

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{R^*}{1 - A} = \frac{2000}{362.5} = 5.52 \Omega$$

4.) Feladat

Határozza meg a következő fokozat kivezérelhetőségét!

$$U_t = 10 \text{ V}, \quad U_m = 1 \text{ V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

a.) $U_{ki1}^+ = ?$, $L \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés

b.) $U_{ki2}^+ = ?$, $L \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés

c.) $U_{ki1}^- = ?$, $L = 0$, (L helyett rövidzár), nyitóirányú vezérlés

d.) $U_{ki2}^- = ?$, $L = 0$, (L helyett rövidzár), nyitóirányú vezérlés

$$R_1 = 8 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 8 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 3 \text{ k}\Omega$$

Megoldás: (Lásd 3. gyakorlat 2.példa)

$$L \rightarrow \infty$$

$$R_e = R_1 \times R_2 = 4 \text{ k}\Omega, \quad U_t^* = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} + U_t = \frac{10}{2} + 10 = 15 \text{ V} \quad I_{C0} = I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 15 - 1 * 4 = 11 \text{ V}$$

$$R_v = R_1 \times R_2 + R_3 = 7 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 11 - 1 = 10 \text{ V}$$

$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 1 * 7 = 7 \text{ V}$$

a.) $U_{ki1}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_3}{R_3 + R_1 \times R_2} = 10 \cdot \frac{3}{7} = 4.285 \text{ V}$

b.) $U_{ki2}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_1 \times R_2}{R_3 + R_1 \times R_2} = 10 \cdot \frac{4}{7} = 5.715 \text{ V}$

$$L = 0$$

$$R_e = R_1 \times R_2 = 4 \text{ k}\Omega, \quad U_t^* = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} + U_t = \frac{10}{2} + 10 = 15 \text{ V} \quad I_{C0} = I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

$$R_v = R_1 \times R_2 = 4 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 1 * 4 = 4 \text{ V}$$

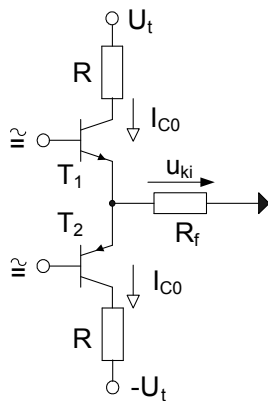
c.) $U_{ki1}^- = 0 \text{ V}$

d.) $U_{ki2}^- = U_{ce}^+ = 4 \text{ V}$

5.) Feladat

Határozza meg az alábbi "A" osztályú végfokozat paramétereit (a kimeneti jel szinuszos)!

$U_t = 12 \text{ V}$, $R_f = 11 \Omega$, $U_m = 1 \text{ V}$, a tranzisztorok alfája 1,



a.) $P_{fmax} = ?$, $R = 0$, I_{C0} optimális,

b.) $P_{Dmax} = ?$, egy tranzisztorra, $R = 0$, I_{C0} optimális,

c.) $P_{tmax} = ?$, $R = 0$, I_{C0} optimális,

d.) $P_{fmax} = ?$, $R = 1 \Omega$, I_{C0} optimális.

Megoldás:

$$R = 0$$

Az optimális munkaponti áram: $U_{CE1}^+ = U_{CE1}^- \rightarrow U_t - U_m = I_{C0} 2R_f$

Ebből az optimális áram:

$$I_{C0} = \frac{U_t - U_m}{2R_f} = \frac{11}{22} = 0.5 \text{ A}$$

a.) A fogyasztón a teljesítmény: $P_{fmax} = \frac{1}{2}(2I_{cmax})^2 R_f = \frac{1}{2}(2I_{C0})^2 R_f = 5.5 \text{ W}$

A 2 telepől kivett teljesítmény: $P_t = 2U_t I_{C0} = 12 \text{ W}$

b.) Ha nincs vezérlés: $P_{Dmax} = \frac{P_t}{2} = 6 \text{ W}$ (1 tranzisztorra)

c.) A telepől kivett teljesítmény nem függ a kivezérléstől: $P_{tmax} = 2U_t I_{C0} = 12 \text{ W}$

d.) $R = 1 \Omega$

A munkaponti áram akkor optimális, ha:

$$U_{CE1}^+ = U_{CE1}^- \rightarrow U_{CE0} - U_m = I_{C0}(R + 2R_f) = U_t - I_{C0}R - U_m$$

Ebből az optimális áram:

$$I_{C0} = \frac{U_t - U_m}{2(R + R_f)} = \frac{11}{24} = 0.458 \text{ A}$$

A fogyasztón a teljesítmény: $P_{fmax} = \frac{1}{2}(2I_{cmax})^2 R_f = \frac{1}{2}(2I_{C0})^2 R_f = 4.78 \text{ W}$