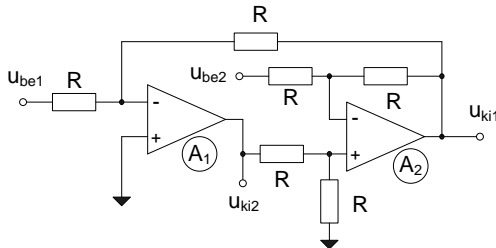


Vizsgapéldák
2009.06.15.

1. Rajzolja fel a betöltéses n-csatornás MOS FET-es földelt gate-es fokozat kapcsolási elrendezését és kisjelű helyettesítő képét! Adja meg az alapkapsolás következő két kisjelű paraméterét: A_u, R_{be} !

2. Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit!



a.) $\frac{u_{ki1}}{u_{be1}} = ?$, A_1 és A_2 ideális, $u_{be2} = 0$,

b.) $\frac{u_{ki2}}{u_{be2}} = ?$, A_1 és A_2 ideális, $u_{be1} = 0$,

$A_1(p) = \frac{A_0}{(1 + p/\omega_0)}$, $A_0 = 2 \cdot 10^4$, $\omega_0 = 10 \text{ rad/s}$,

c.) $\frac{u_{ki1}}{u_{be1}}(p) = ?$, $A_1(p), A_2$ ideális, $u_{be2} = 0$,

d.) $U_{ki1H} = ?$, ha A_2 ideális, $U_{off1} = 1 \text{ mV}$.

Megoldások:

a.) $u_{ki1} = -u_{be1} \frac{R}{R} \rightarrow \frac{u_{ki1}}{u_{be1}} = -1$;

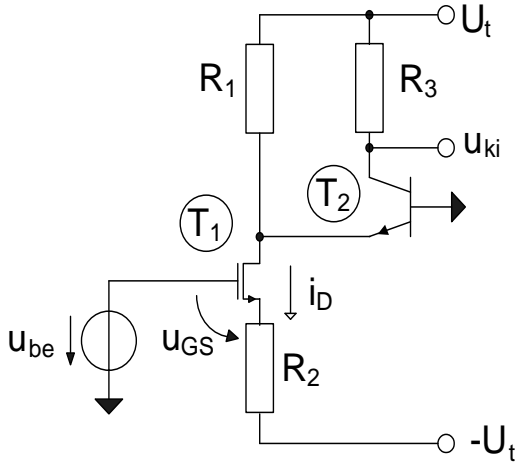
b.) Mivel $u_{be1} = 0$ és az A_2 kimenetifeszültsége $u_{ki1} = -u_{be1} = 0$, ezért $\frac{u_{ki2}}{u_{be2}} = 0$;

c.) $\beta = \frac{1}{2}$, $A_{id} = -1$, $\beta A_0 = 10^4$,

$\frac{u_{ki1}}{u_{be1}}(p) = -1 \cdot \frac{10^4}{1 + 10^4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{p}{\omega_v}}$; $\omega_v = (1 + \beta A_0) \omega_0 \cong 10^5$;

d.) $U_{ki1H} = U_{off} \left(1 + \frac{R}{R} \right) = \underline{\underline{2 \text{ mV}}}$;

3. Számítsa ki az alábbi kapcsolás munkapontját és kisjelű paramétereit!



T₁: n-csatornás növekményes MOS FET, $U_P = 4\text{V}$, $I_{D00} = 8\text{mA}$,

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2,$$

T₂: n-p-n tranzisztor, $\beta_2 = B_2 = \rightarrow \infty$, $U_{BE0} = 0,6\text{V}$,

$U_t = 10\text{V}$, $R_1 = 10,6\text{k}\Omega$, $R_2 = 2\text{k}\Omega$, $R_3 = 5\text{k}\Omega$,

a.) $I_{D0} = ?$,

b.) $I_{E0} = ?$,

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $S = 2\text{mS}$, $r_d = 26\Omega$,

d.) $\Delta I_{E0} = ?$, ha $\Delta T = 20\text{C}^\circ$ (csak T₂ nyitófeszültsége változik).

Megoldások:

a.) $U_{GS} = |-U_t| - I_{D0} \cdot R_2,$

$$I_{D0} = I_{D00} \left(\frac{|-U_t| - I_{D0} \cdot R_2 - U_P}{U_P} \right)^2 = I_{D00} \left(\frac{|-U_t| - U_P}{U_P} \right)^2 = 8 \frac{(10 - 4 - 2I_{D0})^2}{16} = \frac{1}{2} (6 - 2I_{D0})^2$$

$$4I_{D0}^2 - 26I_{D0} + 36 = 0, \quad I_{D01,2} = \frac{26 \pm \sqrt{676 - 576}}{8} = \frac{26 \pm 10}{8}, \quad I_{D01} = 4,5\text{mA}; \quad I_{D02} = \underline{\underline{2\text{mA}}}$$

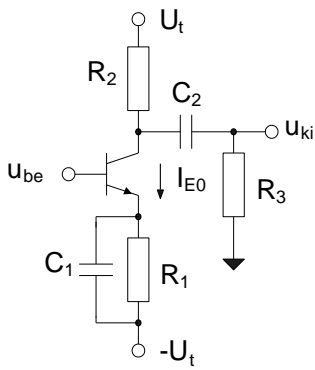
b.) $U_{R1} = U_t + U_{BE0} = 10,6; \quad I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R_1}; \quad I_{E0} = I_{D0} - I_{R1};$

$$I_{E0} = I_{D0} - I_{R1} = I_{D0} - \frac{U_{R1}}{R_1} = I_{D0} - \frac{U_t + U_{BE0}}{R_1} = I_{D0} - \frac{U_t}{R_1} - \frac{U_{BE0}}{R_1} = \underline{\underline{1\text{mA}}}; \quad \rightarrow \quad r_d = 26\Omega$$

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = - \left(\frac{S}{1 + SR_2} \right) \cdot \left(\frac{R_1}{R_1 + r_d} \right) \cdot R_3 = - \left(\frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3} \right) \cdot \left(\frac{10600}{10626} \right) \cdot 5000 = -0,0004 \cdot 0,997 \cdot 5000 \cong \underline{\underline{-2}};$

d.) $\Delta U_{BE0} = \frac{dU_{BE0}}{dT} \Delta T = -40\text{mV}; \quad \Delta I_{R1} = - \frac{\Delta U_{BE0}}{R_1} = \frac{-40(\text{mV})}{10,6(\text{k}\Omega)} = -3,7\mu\text{A};$

$$\Delta I_{E0} = -\Delta I_{R1} = \underline{\underline{3,7\mu\text{A}}}; \quad \text{ha} \quad \frac{dU_{BE0}}{dT} = -2\text{mV}/\text{C}^\circ;$$



4. Határozza meg az alábbi áramkör kivezérelhetőségét!

$U_t = 15\text{ V}$, $U_m = 1\text{ V}$, $A = 1$, $I_{E0} = 2\text{ mA}$

- a.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés
- b.) $U_{ki}^- = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, záróirányú vezérlés
- c.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban, nyitóirányú vezérlés
- d.) $U_{ki}^+ = ?$, $C_1 = 0$, $C_2 \rightarrow \infty$, nyitóirányú vezérlés

$R_1 = 5\text{ k}\Omega$, $R_2 = 5\text{ k}\Omega$, $R_3 = 5\text{ k}\Omega$,

Megoldások:

a.) $U_{ki}^+ = ?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

$$U_{CE0} = U_t + |-U_t| - I_{E0}(R_1 + R_2) = 30 - 2 \cdot 10 = 10\text{ V}; \quad U_{ki}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = \underline{\underline{9\text{ V}}};$$

b.) $U_{ki}^- = ?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

$$U_{ki}^- = I_{E0}(R_2 \times R_3) = 2(5 \times 5) = \underline{\underline{5\text{ V}}};$$

c.) $U_{ki}^+ = ?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, C_2 rövidzár

$$U_t' = U_t \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 15 \frac{5}{10} = 7,5\text{ V}; \quad R_C' = R_2 \times R_3 = 2,5\text{ k},$$

$$U_{CE0} = U_t + |U_t'| - I_{E0}(R_C' + R_3) = 22,5 - 2 \cdot (2,5 + 5) = 22,5\text{ V} - 15\text{ V} = 7,5\text{ V}$$

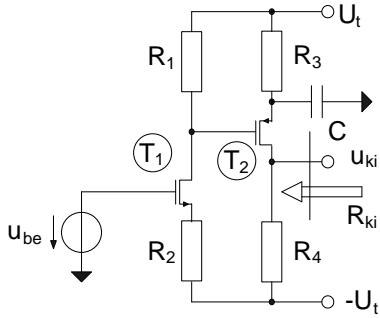
$$U_{ki}^+ = U_{CE0} - U_m = \underline{\underline{6,5\text{ V}}}$$

d.) $U_{ki}^+ = ?$ ha $C_1 = 0$, $C_2 \rightarrow \infty$,

$$U_{CE0} = U_t + |-U_t| - I_{E0}(R_1 + R_2) = 30 - 2 \cdot 10 = 10\text{ V};$$

$$U_{ki}^+ = (U_{CE0} - U_m) \frac{R_C'}{R_C' + R_1} = (10 - 1) \frac{2,5}{2,5 + 5} = 9 \cdot 0,3 = \underline{\underline{3\text{ V}}}$$

5. Határozza meg az alábbi kapcsolás frekvenciafüggő paramétereit!



T_1 : n-csatornás MOS FET, $S_1 = 1\text{mS}$,
 T_2 : p-csatornás MOS FET, $S_2 = 1\text{mS}$,
 $U_t = 10\text{ V}$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 4\text{ k}\Omega$,
 $R_3 = 4\text{ k}\Omega$, $R_4 = 10\text{ k}\Omega$,

a.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $C \rightarrow \infty$, b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(p) = ?$, ha

$C = 10\text{ }\mu\text{F}$, a pólus és a zérus értéke,
 c.) Az átviteli függvény Bode-diagramja ?,
 d.) $R_{ki} = ?$.

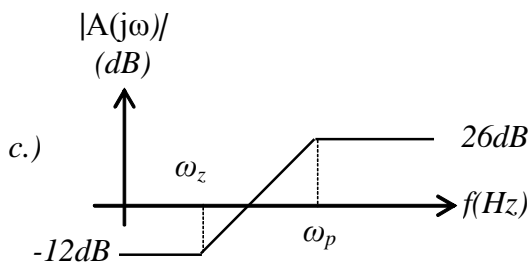
Megoldások:

a.)
$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \left(-\frac{S_1}{1+S_1R_2} R_1 \right) \cdot (S_2 R_4) = \frac{10}{5} \cdot 10 = \underline{\underline{20}};$$

b.)
$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(p) = \left(-\frac{S_1}{1+S_1R_2} R_1 \right) \left(-\frac{1}{R_3 \times \frac{1}{pC} + \frac{1}{S_2}} \right) R_2 = \left(-\frac{1+pCR_3}{\left(R_3 + \frac{1}{S_2} \right) \left(1+pC \left(R_3 \times \frac{1}{S_2} \right) \right)} \right) R_4;$$

$$\omega_z = \frac{1}{CR_3} = \frac{1}{10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^3} = \underline{\underline{25\text{ r/s}}}; \quad \omega_p = \frac{1}{C \left(\frac{1}{S_2} \times R_3 \right)} = \frac{1}{10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^2} = \underline{\underline{125\text{ r/s}}};$$

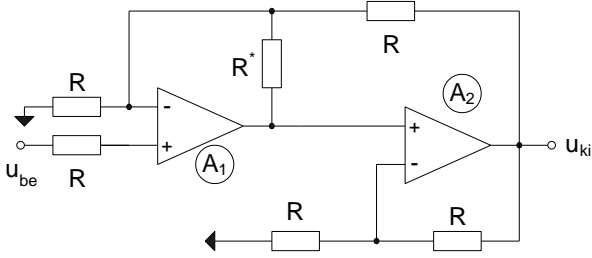
d.) $R_{ki} = R_4 = \underline{\underline{4\text{ k}\Omega}};$



Vizsgapéldák
2009. 06. 15.

1. Ismertesse a differenciálerősítő jellemzőit (kapcsolási rajz, a kisjelű differenciál módusú erősítés értéke, az U_{off} fogalma, a nagyjelű transzfer karakterisztika $i_{cI} = f(\Delta u)$!)

2. Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit!



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

d.) $\zeta = ?$

$$A_1(p) = \frac{A_0}{(1 + p/\omega_1)(1 + p/\omega_2)}, \quad A_0 = 10^5, \quad \omega_1 = 10\text{r/s}, \quad \omega_2 = 10^5\text{r/s},$$

A megértés kedvéért:

Elveztem az A_2 feletti ellenállást R_1 -nek, az A_2 alatti ellenállást R_4 -nek és R_5 -nek, az A_1 -bementé és a föld közöttit R_3 -nak!

Az A_1 +bementén lévő ellenállás nem számít!

a.) Csomóponti egyenletek l.

$$I_1 = \frac{u_{ki} - u_{be}}{R_1}, \quad I_{R^*} = \frac{u_{be} - u_{ki}}{R^*}, \quad I_3 = \frac{u_{be}}{R_3}, \quad R_1 = R_2 = R^* = R_4 = R_5 = R_6 = R,$$

$$I_1 = \frac{u_{ki} - u_{be}}{R}, \quad I_{R^*} = \frac{u_{be} - u_{ki}}{2R}, \quad I_3 = \frac{u_{be}}{R}, \quad I_1 = I_2 + I_3, \quad (u_{ki}) = (u_{be}) + \left(u_{be} - \frac{u_{ki}}{2}\right) + u_{be},$$

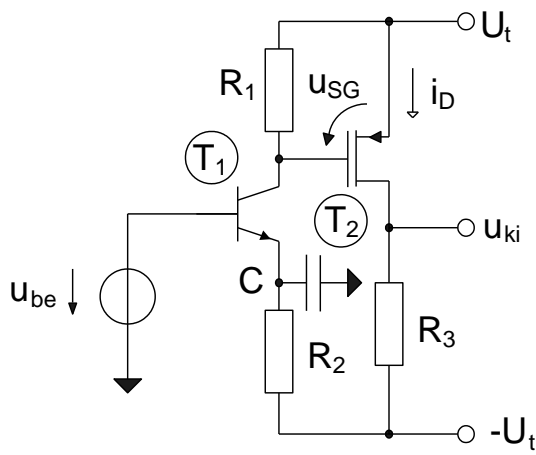
$$u_{ki} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = 3u_{be} \Rightarrow \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{2}{3} \cdot 3 = \underline{\underline{2}};$$

b.) $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = 1 + \frac{R_1}{R_3} = \underline{\underline{2}};$

c.) $\frac{U_{ki}}{U_{be}}(p) = A_{id} \frac{(\beta A)_0}{1 + (\beta A)_0} \frac{1}{1 + 2\zeta \frac{p}{\Omega_0} + \left(\frac{p}{\Omega_0}\right)^2};$ ahol $\beta A(p) = \frac{A_0}{\left(1 + \frac{p}{\omega_1}\right)\left(1 + \frac{p}{\omega_2}\right)}$; $(\beta A)_0 = A$;

d.) $\zeta = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} + \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}}}{\sqrt{1 + (\beta A)_0}} \cong \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}}}{\sqrt{A_0}} = \underline{\underline{\frac{1}{2\sqrt{10}}}}$;

3. Számítsa ki az alábbi kapcsolás munkaponti adatait és kisjelű paramétereit!



$U_t = 15\text{ V}$, T_1 : n-p-n tranzisztor, $\beta = B \rightarrow \infty$, $U_{BE0} = 0,6\text{ V}$,

T_2 : p csatornás betöltéses MOS FET,

$$i_D = I_{DSS} \left(\frac{u_{SG} - U_P}{U_P} \right)^2, \quad U_P = 8\text{ V}, \quad I_{DSS} = 4\text{ mA},$$

a.) $I_{E0} = ?$, $I_{D0} = ?$,

b.) $S = ?$,

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $r_d = 13\ \Omega$, $S = 0,5\text{ mS}$, $C \rightarrow \infty$,

d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $r_d = 13\ \Omega$, $S = 0,5\text{ mS}$, $C = 0$,

$R_2 = 7,2\text{ k}\Omega$, $R_1 = 6\text{ k}\Omega$, $R_3 = 15\text{ k}\Omega$,

Megoldások:

a.)
$$I_{E0} = \frac{|-U_t| - U_{BE0}}{R_2} = \frac{14,4\text{ V}}{7,2\text{ k}\Omega} = \underline{\underline{2\text{ mA}}}; \quad U_{R1} = U_{SG} = I_{E0} \cdot R_1 = 12\text{ V},$$

$$I_{D0} = 4 \cdot \left(\frac{12 - 8}{8} \right)^2 = \underline{\underline{1\text{ mA}}};$$

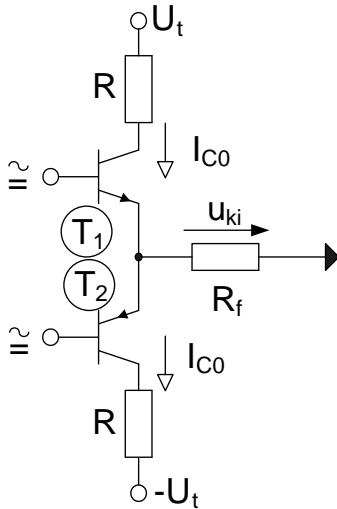
b.)
$$S = \frac{2 \cdot I_{DSS}}{U_P} \sqrt{\frac{I_{D0}}{I_{DSS}}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{1}{4}} = \underline{\underline{0,5\text{ mS}}};$$

c.)
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_1}{r_d} \cdot (-SR_3) = \frac{6000}{13} \cdot 0,5 \cdot 15 = \underline{\underline{3461}};$$

d.)
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_1}{R_2 + r_d} \cdot (-SR_3) = \frac{6000}{7213} \cdot 0,5 \cdot 15 = \underline{\underline{6,239}};$$

4. Határozza meg az alábbi teljesítményfokozat paramétereit („B” osztályú elrendezés, szinuszos kimeneti jel)!

$U_t = 15 \text{ V}$; $U_m = 1 \text{ V}$; $R_f = 14 \text{ } \Omega$; $\alpha = A = 1$, $i_E = i_C$



$U_t = 15 \text{ V}$, $U_m = 1 \text{ V}$, $A = 1$, $I_{C0} = 0$, $R_f = 14 \text{ } \Omega$,

a.) $P_{f \max} = ?$, $R = 0$,

b.) $P_{d \max} = ?$, $R = 0$, (egy tranzisztorra),

c.) $P_{T \max} = ?$, $R = 0$,

d.) $P_{f \max} = ?$, $R = 1 \text{ } \Omega$

Megoldások:

$$I_{f \max} = \frac{U_t - U_m}{R + R_f} = \frac{14}{15} \text{ A}, \quad \text{ha } R = 1 \text{ } \Omega,$$

$$I_{f \max} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = \frac{14}{14} = 1 \text{ A}, \quad \text{ha } R = 0 \text{ } \Omega,$$

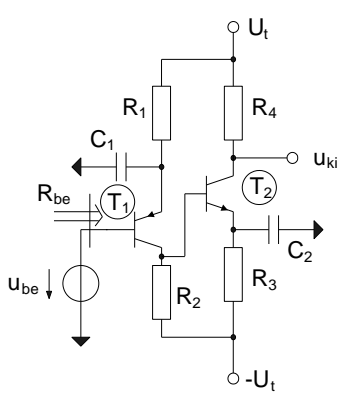
a.) $P_{f \max} = 0,5(I_{f \max})^2 R_f = 0,5 \cdot 14 = \underline{\underline{7 \text{ W}}}$;

b.) $P_{D \max 2tr} = \frac{2}{\pi^2} \frac{U_t^2}{R_f} = \frac{2}{\pi^2} \frac{225}{14} = \underline{\underline{3,2 \text{ W}}}$; $P_{D \max 1tr} = \underline{\underline{1,6 \text{ W}}}$;

c.) $P_{T \max} = \frac{2}{\pi} U_t \cdot I_{f \max} = \frac{2}{\pi} 15 \cdot 1 = \underline{\underline{9,55 \text{ W}}}$;

d.) $P_{f \max} = 0,5(I_{f \max})^2 R_f = 0,5 \left(\frac{14}{15} \right)^2 14 = \underline{\underline{6,1 \text{ W}}}$;

5. Ha Határozza meg a következő kapcsolás paramétereit!



T₁: p-n-p tranzisztor, $\beta_1=B_1=99$, $U_{EB0} = 0,6$ V
 T₂: n-p-n tranzisztor, $\beta_2=B_2 \rightarrow \infty$, $U_{BE0} = 0,6$ V

- a.) $I_{E01}=?$, $I_{E02}=?$,
 b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 = 0$
 c.) $R_{be}=?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 = 0$
 d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

$U_t = 12$ V, $R_1 = 5,7$ k Ω , $R_2 = \frac{5,7}{0,99}$ k Ω , $R_3 = 2,7$ k Ω , $R_4 = 2,7$ k Ω

Megoldások:

a.) $I_{E01} = \frac{U_t - U_{EB0}}{R_1} = \frac{12 - 0,6}{5,7} = \underline{2\text{mA}}$; $\rightarrow r_{d1} = 13\Omega$,

$I_{E02} = \frac{\alpha I_{E01} R_2 - U_{EB0}}{R_3} = \frac{0,99 \cdot \frac{2 \cdot 5,7}{0,99} - 0,6}{2,7} = \underline{4\text{mA}}$; $\rightarrow r_{d2} = 6,5\Omega$

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(-\alpha \frac{R_2}{r_{d1}} \right) \cdot \left(-\frac{R_4}{R_3 + r_{d2}} \right) = 0,99 \cdot \frac{5,7}{13} \cdot \frac{2700}{2706,5} \cong \underline{438}$;

c.) $R_{be} = (1 + \beta)r_{d1} = \underline{1300\Omega}$;

d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(-\alpha \frac{R_2}{r_{d1}} \right) \cdot \left(-\frac{R_4}{r_{d2}} \right) = 0,99 \cdot \frac{5,7}{13} \cdot \frac{2700}{6,5} \cong 438 \cdot 415,4 = \underline{182130}$;