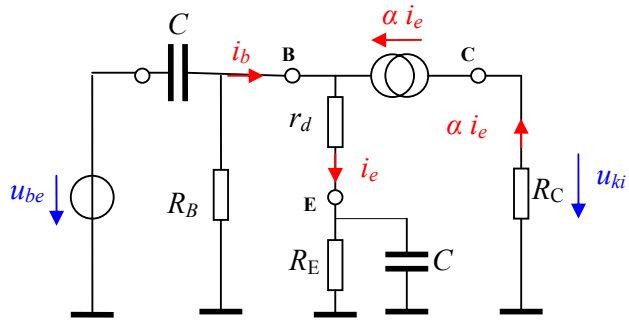
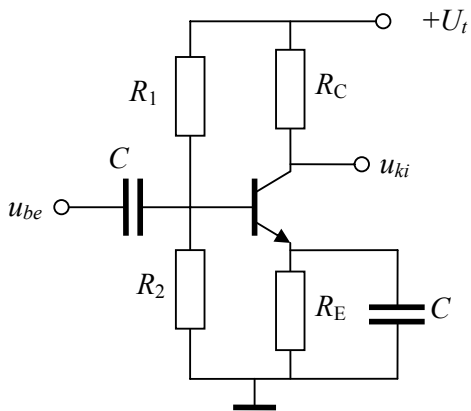


**1. Feladat** (Földelt emitteres kapcsolás)

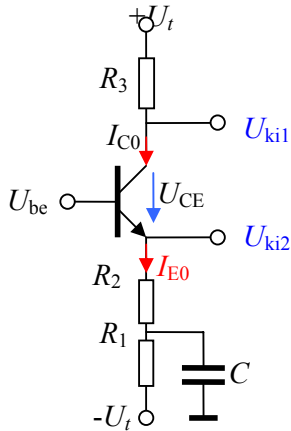


$$R_B = R_1 \times R_2 \quad C \rightarrow \infty$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C}{r_d} \quad A_i = \frac{i_c}{i_b} = \beta \quad G = \alpha \beta \frac{R_C}{r_d}$$

$$R_{be} = R_B \times [(1 + \beta)r_d] \approx (1 + \beta)r_d \quad R_{ki} = R_C$$

**2.) Példa** Határozza meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!



$U_t = 15\text{ V}$ ,  $U_m = 1\text{ V}$ ,  $A = 1$ ,  $I_{E0} = 2\text{ mA}$   
 $R_1 = 2.2\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 2.5\text{ k}\Omega$ ,  
 $C \rightarrow \infty$

**Kérdések:**

- a.)  $U_{ki1}^- = ?$  záróirányú vezérlés
- b.)  $U_{ki1}^+ = ?$  nyitóirányú vezérlés
- c.)  $U_{ki2}^- = ?$  záróirányú vezérlés
- d.)  $U_{ki2}^+ = ?$  nyitóirányú vezérlés

**Megoldás:**

A munkaponti áram a feladatban adott:  $I_{E0} = I_{C0} = 2\text{ mA}$  ( $A=1$ , nagy alfa)  
 A két tápfeszültség betáplálási pont közé felírható **egyenáramú** Kirchoff egyenlet:

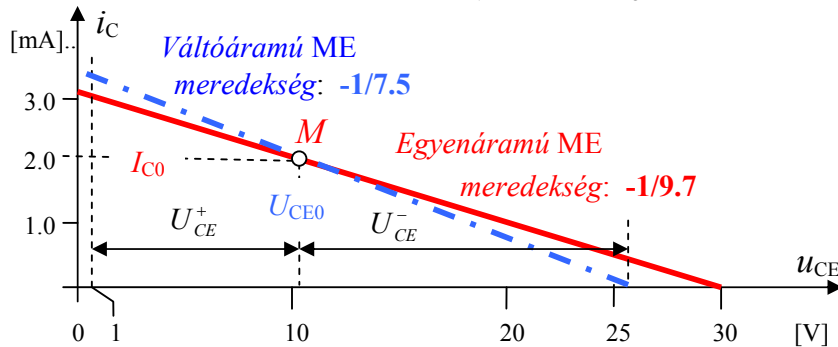
$$2U_t = U_{CE0} + I_{C0}(R_1 + R_2 + R_3)$$

Amiből:

$$U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_1 + R_2 + R_3) = 30 - 2 * 9.7 = 10.6\text{ V}$$

Az egyenáramú munkaegyenes meredeksége:  $-\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = -\frac{1}{9.7}\text{ [mS]}$

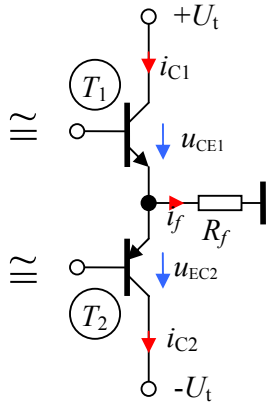
A váltóáramú munkaegyenes meredeksége:  $-\frac{1}{R_V} = -\frac{1}{R_2 + R_3} = -\frac{1}{7.5}\text{ [mS]}$



Az ábra alapján:  $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10.6 - 1 = 9.6\text{ V}$ ,  $U_{CE}^- = R_V I_{CE0} = 7.5 * 2 = 15\text{ V}$

- a.)  $U_{ki1}^- = U_{CE}^- \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 15 \frac{2.5}{7.5} = 5\text{ V}$
- b.)  $U_{ki1}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 9.6 \frac{2.5}{7.5} = 3.2\text{ V}$
- c.)  $U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 15 \frac{5}{7.5} = 10\text{ V}$
- d.)  $U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 9.6 \frac{5}{7.5} = 6.4\text{ V}$

### 3.) Példa



Határozza meg a mellékelt ábra szerinti, „B” osztályú, ellenütemű végfokozat paramétereit! ( Szinuszos kimeneti jel!)

$$U_t = 13 \text{ V}, \quad U_m = 1 \text{ V}, \quad A = 1, \quad R_f = 6 \Omega$$

$T_1$  : npn ,  $T_2$  : pnp ( komplementer pár)

- a.)  $P_{f \max} = ?$
- b.)  $P_{T \max} = ?$
- c.)  $P_{D \max(1tr)} = ?$
- d.)  $\eta_{T \max} = ?$

**Megoldás:**

A maximális kollektor-áram amplitúdó:

$$I_{C \max} = I_{f \max} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = \frac{13 - 1}{6} = 2 \text{ A}$$

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

A fogyasztón fellépő maximális teljesítmény:

$$P_{f \max} = \frac{1}{2} (I_{f \max})^2 R_f = \frac{1}{2} 4 \cdot 6 = 12 \text{ W}$$

b.)  $P_{T \max} = ?$

Maximális kivezérlelkor a telepekből felvett teljesítmény:

$$P_{T \max} = 2 U_t \bar{i}_C = 2 U_t \frac{I_{C \max}}{\pi} = \frac{2}{\pi} U_t I_{C \max} = \frac{2}{\pi} 13 \cdot 2 = 16.55 \text{ W}$$

c.)  $P_{D \max(1tr)} = ?$

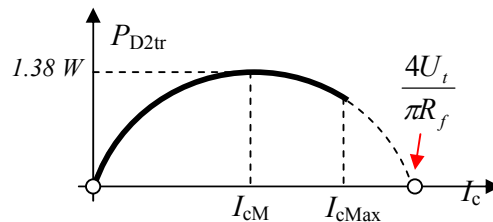
A tranzisztorokon az eldisszipált teljesítmény az áram amplitúdó függvényében:

$$P_{D2tr} = P_T(I_c) - P_f(I_c) = \frac{2}{\pi} U_t I_c - \frac{1}{2} I_c^2 R_f = \frac{R_f}{2} I_c \left[ \frac{4U_t}{\pi R_f} - I_c \right]$$

Ha a kivezérlelés:

$$I_c = I_{cM} = \frac{2 U_t}{\pi R_f} = \frac{2 \cdot 13}{\pi \cdot 6} = 1.38 \text{ A}$$

a teljesítmény maximális:

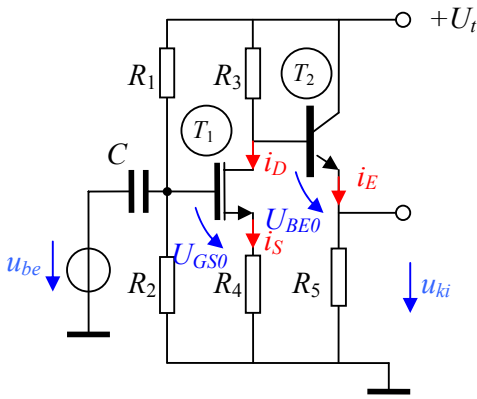


$$P_{D1tr} = \frac{R_f}{4} I_c \left[ \frac{4U_t}{\pi R_f} - I_c \right] = \frac{R_f}{4} \frac{2 U_t}{\pi R_f} \left( \frac{2 U_t}{\pi R_f} \right) = \frac{1}{\pi^2} \frac{U_t^2}{R_f} = \frac{13^2}{6 \cdot \pi^2} = 2.85 \text{ W}$$

d.)  $\eta_{T \max} = ?$

A max. teljesítményhez tartozó telep-hatásfok:  $\eta_{T \max} = \frac{P_{f \max}}{P_{T \max}} = \frac{12}{16.55} = 0.7253 = 72.5 \%$

### 4.) Példa



**Határozza meg a mellékelt kapcsolás munkapontját és kisjelű paramétereit!**

$T_1$ : n-csatornás növekményes MOS-FET

$$i_D = I_{D00} \left( \frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}, \quad U_P = 2 \text{ V}$$

$T_2$ : n-p-n tranzisztor

$$U_{BE0} = 0.6 \text{ V}, \quad \beta = B \rightarrow \infty$$

$$U_t = 12 \text{ V}, \quad C \rightarrow \infty$$

$$R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = R_4 = 3 \text{ k}\Omega, \quad R_5 = 4.2 \text{ k}\Omega$$

**Kérdések:**

- A  $T_1$  és  $T_2$  alapkapsolások típusa?
- $I_{D0} = ?$
- $I_{E0} = ?$
- $A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ,  $ha : S = 2 \text{ mS}, r_d = 13 \Omega$

**Megoldás:**

a.)  $T_1$ : földelt SOURCE.-u (FS),  $T_2$ : földelt COLLEKTOR-u (FC) kapcsolás.

b.)  $I_{D0} = ?$  A FET G-S körére felírható hurok egyenlet:

$$U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS0} + I_{D0} R_4 \rightarrow U_{GS0} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} - R_4 I_{D0} = 6 - 3 I_{D0}$$

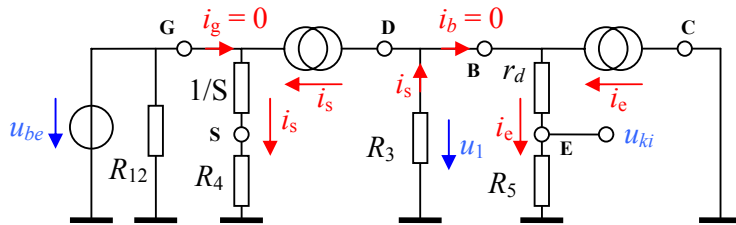
$$\text{Másrészt: } I_{S0} = I_{D0} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS0} - U_P}{U_P} \right)^2 = \frac{4}{4} (4 - 3 I_{D0})^2 \rightarrow 9 I_{D0}^2 - 25 I_{D0} + 16 = 0$$

$$I_{D0} = \frac{25 - \sqrt{625 - 576}}{18} = \frac{25 - 7}{18} = 1 \text{ mA}$$

$$\text{c.) } I_{E0} = ? \quad I_{D0} R_1 + U_{EB0} + I_{E0} R_5 = U_t \rightarrow I_{E0} = \frac{U_t - I_{D0} R_1 - U_{EB0}}{R_5} = \frac{8.4}{4.2} = 2 \text{ mA}$$

$$\text{d.) } A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?, \quad ha : S = 2 \text{ mS}, r_d = 13 \Omega$$

A kisjelű helyettesítő kép:



$$i_s = \frac{u_{be}}{1/S + R_4} = \frac{S u_{be}}{1 + S R_4}$$

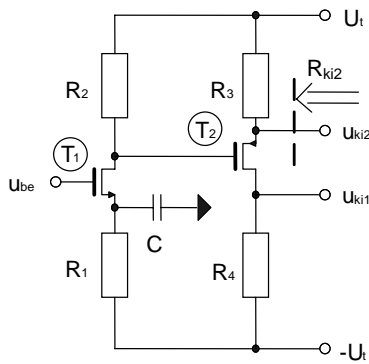
$$u_1 = -R_3 i_s = -\frac{S R_3}{1 + S R_4} u_{be}$$

$$u_{ki} = u_1 \frac{R_5}{r_d + R_5} = \left( -\frac{S R_3}{1 + S R_4} \right) \left( \frac{R_5}{r_d + R_5} \right) u_{be}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( -\frac{S R_3}{1 + S R_4} \right) \left( \frac{R_5}{r_d + R_5} \right) = \left( -\frac{2 * 3}{1 + 2 * 3} \right) \left( \frac{4200}{4213} \right) = 0.8545$$

5.) Példa

Számítsa ki az alábbi kapcsolás kijelű paramétereit!



$T_1$  n csatornás MOSFET,  $I_{D01} = 1 \text{ mA}, S_1 = 1 \text{ mS}$

$T_2$  p csatornás MOSFET,  $I_{D02} = 1 \text{ mA}, S_2 = 1 \text{ mS}$

$U_i = 12 \text{ V}, R_1 = R_3 = 6 \text{ k}\Omega, R_2 = R_4 = 12 \text{ k}\Omega,$

a.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ? , C \rightarrow \infty$

b.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ? , C = 0$

c.)  $\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = ? , C \rightarrow \infty$

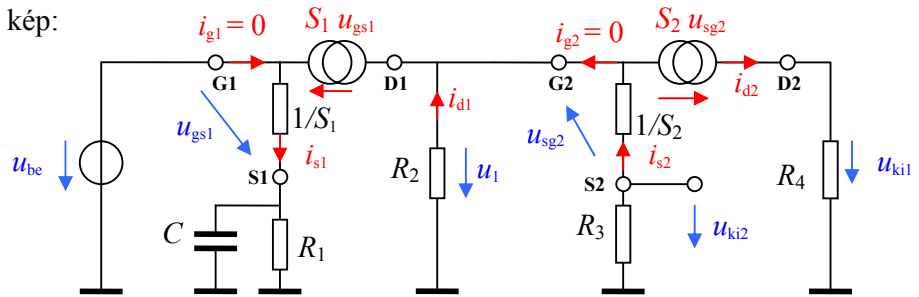
d.)  $R_{ki2} = ?$

Megoldás:

A kijelű helyettesítő kép:

$i_{s1} = i_{d1}$

$i_{s2} = i_{d2}$



a.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ? , C \rightarrow \infty$

$u_{gs1} = u_{be}$

$u_1 = -R_2 i_{d1} = -R_2 S_1 u_{gs1} = (-R_2 S_1) u_{be}$

$u_{sg2} = -u_1 \frac{1/S_2}{1/S_2 + R_3}$

$u_{ki1} = R_4 i_{d2} = R_4 S_2 u_{sg2} = \left( -\frac{R_4 S_2}{1 + R_3 S_2} \right) u_1$

$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = A_1 = (-R_2 S_1) \left( -\frac{R_4 S_2}{1 + R_3 S_2} \right) = (-12) \left( -\frac{12}{1 + 6} \right) = 20.57$

b.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ? , C = 0$   $i_{s1} = \frac{u_{be}}{1/S_1 + R_1}$   $u_1 = -i_{d1} R_2 = -\frac{S_1 R_2}{1 + S_1 R_1} u_{be}$

$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = A_2 = \left( -\frac{R_2 S_1}{1 + S_1 R_1} \right) \left( -\frac{R_4 S_2}{1 + R_3 S_2} \right) = \left( -\frac{12}{1 + 6} \right) \left( -\frac{12}{1 + 6} \right) = 2.94$

c.)  $\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = ? , C \rightarrow \infty$   $u_{ki2} = \frac{R_3}{R_3 + 1/S_2} u_1 = \left( \frac{R_3 S_2}{1 + R_3 S_2} \right) u_1$

$\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = A_3 = (-R_2 S_1) \left( \frac{R_3 S_2}{1 + R_3 S_2} \right) = -12 * \frac{6}{7} = -10.29$

d.)  $R_{ki2} = \frac{u_g}{i_g} = R_3 \times \left( \frac{1}{S_2} \right) = 6 \times 1 = \frac{6}{7} = 0.857 \text{ k}\Omega$

