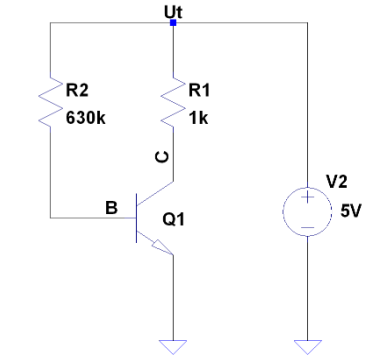


1.) Feladat

Q_1 : NPN tranzisztor $B=290$, $U_{BE0}=0,6V$, $U_t=5V$, $R_2=630k\Omega$, $R_1=1k\Omega$

Kérdések:

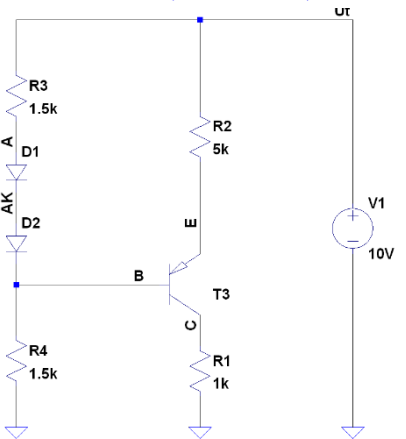
- a.) Mekkora a kollektoron mérhető feszültség a földpotenciálhoz képest
 $U_C = ?$ 5p
- b.) Mekkora áram folyik a V2 egyenfeszültség generátoron? 5p



T_3 : PNP tranzisztor $B=\infty$, $U_{EB0}=0,6V$, a diódák szilícium diódák:
 $U_{D0}=0,6V$, $U_t=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=5k\Omega$, $R_3=R_4=1,5k\Omega$

Kérdések:

- c.) Mekkora az emitteren mérhető feszültség a földpotenciálhoz képest
 $U_E = ?$ 5p
- d.) Mekkora áram folyik a V1 egyenfeszültség generátoron? 5p



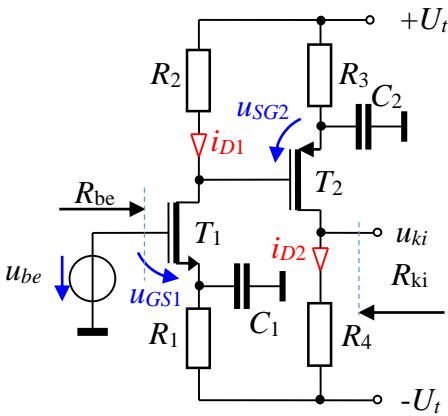
2.) Feladat

T_1 : n-csatornás, növekményes MOSFET $U_P=2V$, $I_{D00}=4mA$
 T_2 : p-csatornás, növekményes MOSFET $U_P=2V$, $I_{D00}=4mA$

$U_t=15V$, $R_1=R_2=12k\Omega$, $R_3=9k\Omega$, $R_4=6k\Omega$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

Kérdések:

- a.) $I_{D01}=?$ 5p
- b.) $I_{D02}=?$ 5p
- c.) Ábrázolja a kimenőfeszültség időfüggvényét egyenfeszültség helyesen, ha az u_{be} feszültség 1mV csúcstól-csúcsig vett értékű 1 kHz-es szinuszos feszültség. 5p
- d.) $R_{be}=?$, $R_{ki}=?$ 5p

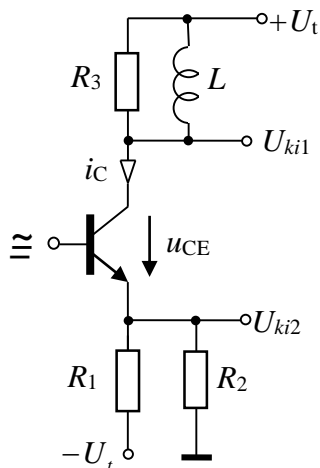


3.) Feladat Határozza meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét.

$U_t=15V$, $U_m=1V$, $I_{E0}=I_{C0}=2mA$
 $R_1=10k\Omega$, $R_2=10k\Omega$, $R_3=5k\Omega$, $L \rightarrow \infty$

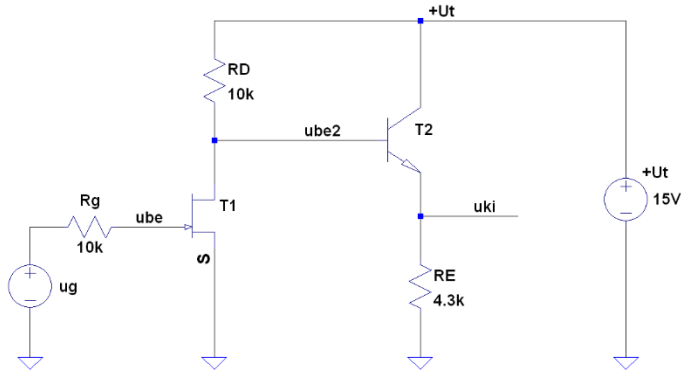
Kérdések:

- a.) $U_{ki1}^+ = ?$ 5p
- b.) $U_{ki2}^+ = ?$ 5p
- c.) $U_{ki1}^- = ?$ 5p
- d.) $U_{ki2}^- = ?$ 5p



4.) Feladat

T_1 : n -csatornás JFET, $U_P = -1V$, $I_{DSS} = 1 mA$,
 T_2 : NPN tranzisztor $\beta=99$, $U_{BE0}=0,6V$

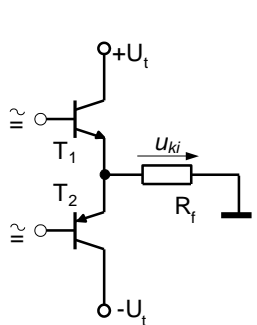


$$U_t = 15V, R_D = 10k\Omega, R_E = 4,3k\Omega$$

Kérdések:

- a.) $I_{D0}=?$, 5p
 b.) $I_{E0}=?$ 5p
 c.) $R_{be}=?$, $R_{ki}=?$ 5p
 d.) Ábrázolja a kimenőfeszültség időfüggvényét egyenfeszültség helyesen, ha az u_g generátor 1mV csúcsértékű 1kHz frekvenciájú szinuszos feszültséget állít elő. 5p

5.) Feladat Határozza meg az alábbi teljesítményfokozat paramétereit „B” osztályú működést és a vezérlés felől változtatható egyenfeszültségű kimeneti jelet feltételezve.



$$U_t = 12V, U_m = 2 V, R_f = 10\Omega, A = 1$$

$$R_{thJC} = 2^\circ C/W, T_A = 85^\circ C, T_{JMax} = 150^\circ C$$

Kérdések:

- a.) A maximális kimeneti teljesítmény: $P_{fMax} = ?$ 5p
 b.) A tranzisztorok maximális kollektor-emitter (emitter-kollektor) feszültsége: $U_{CEMax} = ?$, $U_{ECMax} = ?$, $I_{EMax} = ?$ 5p
 c.) A tranzisztorok hűtőbordáinak maximális hőellenállása $R_{thCAMax} = ?$ 5p
 d.) Hány Celsius fokos lesz legfeljebb a maximális hőellenállású hűtőborda felülete? 5p

Képletgyűjtemény

$$A = \frac{B}{1+B} \quad \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \quad B = \frac{A}{1-A} \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}}$$

$$R_{be} = (1+\beta)(R_E + r_d)$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_D}{\frac{1}{S}}$$

$$R_{ki} = R_E \times [r_d + (1-\alpha)R_g]$$

$$T_J = T_A + P_D R_{thJC} + P_D R_{thCA}$$

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

$$T_J = T_A + P_D R_{thJC} + P_D R_{thCA}$$

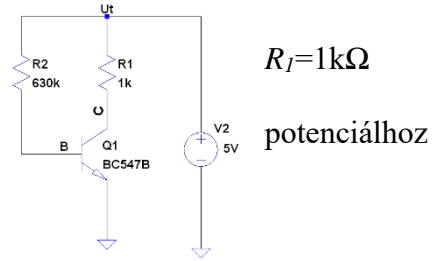
Megoldások

1.) Feladat

Q₁: NPN tranzisztor $B=290$, $U_{BE0}=0,6V$, $U_t=5V$, $R_2=630k\Omega$,

Kérdések:

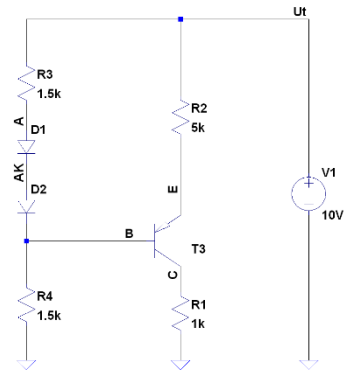
- e.) Mekkora a kollektoron mérhető feszültség a föld képest $U_{C0}=?$ 5p
 f.) Mekkora áram folyik a V2 egyenfeszültség generátoron? 5p



T₁: PNP tranzisztor $B=\infty$, $U_{EB0}=0,6V$, a diódák szilícium diódák: $U_{D0}=0,6V$, $U_t=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=5k\Omega$, $R_3=R_4=1,5k\Omega$

Kérdések:

- g.) Mekkora az emitteren mérhető feszültség a föld potenciálhoz képest $U_{E0}=?$ 5p
 h.) Mekkora áram folyik a V1 egyenfeszültség generátoron? 5p



Megoldás

$$a.) I_{B0} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_2} = \frac{5 - 0,6}{630} = 0,007mA$$

$$I_{C0} = I_{B0}B = 0,007 \cdot 290 = 2mA \quad U_{C0} = U_t - I_{C0}R_1 = 5 - 2 \cdot 1 = 3V$$

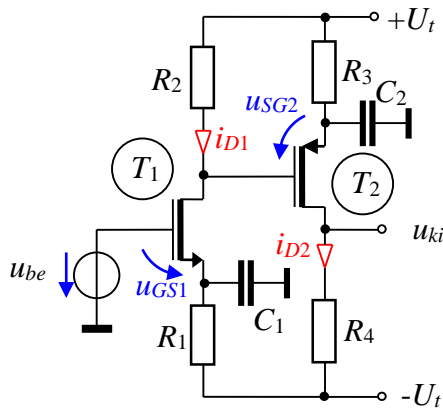
$$b.) I_{V20} = I_{E0} = \frac{I_{C0}}{A} = (1 + B) \frac{I_{C0}}{B} = 291 \frac{2}{290} \approx 2mA$$

$$c.) \text{Szimmetria okok miatt: } U_{E0} = U_{AK0} = \frac{U_t}{2} = 5V$$

$$d.) I_{V10} = I_{E0} + \frac{U_t - 2U_{D0}}{R_3 + R_4} = \frac{U_{E0}}{R_2} + \frac{U_t - 2U_{D0}}{R_3 + R_4} = \frac{5}{5} + \frac{10 - 1,2}{3} = 3,93mA$$

2.) Feladat:

T_1 : n -csatornás, növekményes MOS FET $U_P = 2V$, $I_{D00} = 4mA$
 T_2 : p -csatornás, növekményes MOS FET $U_P = 2V$, $I_{D00} = 4mA$



$U_t = 15V$, $R_1 = R_2 = 12k\Omega$, $R_3 = 9k\Omega$, $R_4 = 6k\Omega$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

Kérdések:

- a.) $I_{D01} = ?$ 5p
 b.) $I_{D02} = ?$ 5p
 c.) Ábrázolja a kimenő feszültség időfüggvényét egyenfeszültség helyesen, ha az u_{be} feszültség 1mV csúcstól-csúcsig vett értékű 1 kHz-es szinuszos feszültség. 5p
 c.) $R_{be} = ?$, $R_{ki} = ?$ 5p

Megoldás:

a.) 1.) $U_t = u_{GS} + i_{D1}R_1$ 2.) $i_{D1} = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 = (u_{GS} - 2)^2$

$$12(u_{GS} - 2)^2 + u_{GS} - 15 = 0 \quad 12u_{GS}^2 - 47u_{GS} + 33 = 0 \quad u_{GS} = U_{GS01} = \frac{47 + \sqrt{625}}{24} = 3V > U_P = 2V$$

$$i_D = I_{D01} = (u_{GS} - 2)^2 = 1 \text{ mA}$$

b.) 1.) $R_2 I_{D01} = R_3 i_{D2} + u_{SG}$ 2.) $i_{D2} = I_{D00} \left(\frac{u_{SG} - U_P}{U_P} \right)^2 = (u_{SG} - 2)^2$

$$9(u_{SG} - 2)^2 + u_{SG} - 12 = 0 \quad 9u_{SG}^2 - 35u_{SG} + 24 = 0$$

$$u_{SG} = U_{SG02} = \frac{35 + \sqrt{1225 - 864}}{18} = 3V > U_P = 2V$$

$$i_{D2} = I_{D02} = (u_{SG} - 2)^2 = 1 \text{ mA}$$

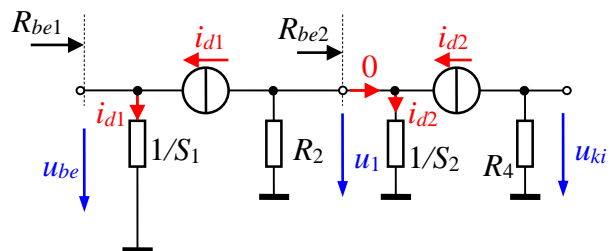
c.) $u_{ki}/u_{be} = ?$

$$S_1 = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}} = \frac{2}{2} \sqrt{1 \cdot 4} = 2 \text{ mS}$$

$$S_2 = S_1 = 2 \text{ mS}$$

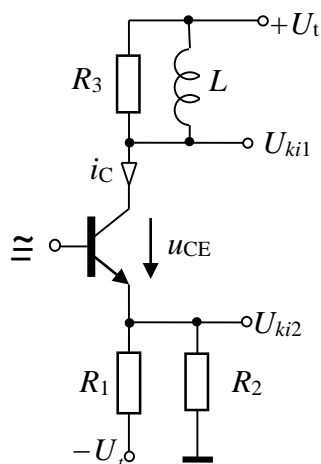
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = (-S_1 R_2)(-S_2 R_4) = (-2 \cdot 12)(-2 \cdot 6) = 288$$

A kimenő feszültség nem fázisfordított, 288mV peak to peak amplitúdójú 1kHz-es szinuszos jel, ami a $-15V + 6V = -9V$ egyenfeszültségre szuperponálódik.



c.) $R_{be} = \infty$, $R_{ki} = R_4 = 6k\Omega$

3.) Feladat Határozza meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!

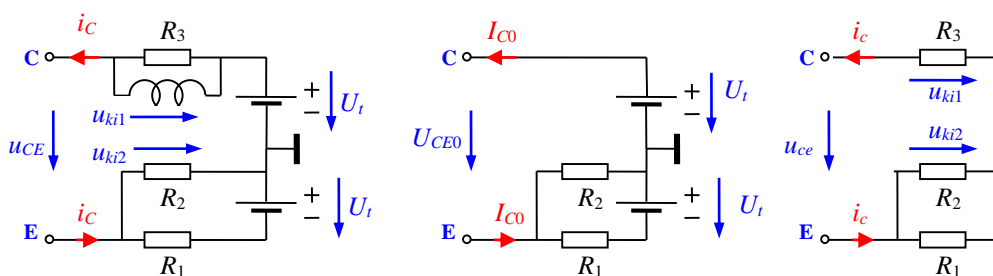


$U_t = 15V, U_m = 1V, I_{E0} = I_{C0} = 2 \text{ mA}$
 $R_1 = 10k\Omega, R_2 = 10 \text{ k}\Omega, R_3 = 5k\Omega, L \rightarrow \infty$

Kérdések:

- a.) $U_{ki1}^+ = ?$ 5p
 b.) $U_{ki2}^+ = ?$ 5p
 c.) $U_{ki1}^- = ?$ 5p
 d.) $U_{ki2}^- = ?$ 5p

Megoldás:



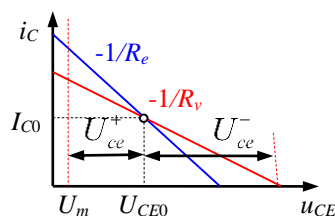
$$R_e = R_1 \times R_2 = 10 \times 10 = 5 \text{ k}\Omega \quad U_t^* = U_t + U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1.5U_t = 22.5 \text{ V}$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 22.5 - 2 \times 5 = 12.5 \text{ V}$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 12.5 - 1 = 11.5 \text{ V}$$

$$R_v = R_1 \times R_2 + R_3 = 5 + 5 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 2 \times 10 = 20 \text{ V}$$



a.) $U_{ki1}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{5+5} = 5.75 \text{ V}$

b.) $U_{ki2}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{5+5} = 5.75 \text{ V}$

c.) $U_{ki1}^- = U_{ce}^- \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 20 \frac{5}{5+5} = 10 \text{ V}$

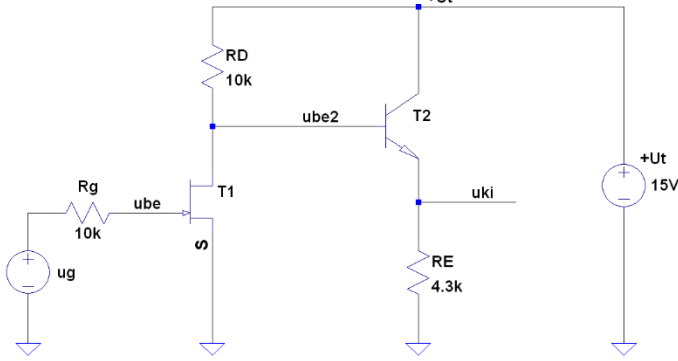
d.) $U_{ki2}^- = U_{ce}^- \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = 20 \frac{5}{5+5} = 10 \text{ V}$

4.) Feladat

T_1 : n -csatornás, JFET, $U_P = -1V$, $I_{DSS} = 1mA$,

T_2 : NPN tranzisztor $B=\beta=99$, $U_{BE0}=0,6V$

$U_t=15V$, $R_D=10k\Omega$, $R_E=4,3k\Omega$



Kérdések:

a.) $I_{D0}=?$, 5p

b.) $I_{E0}=?$ 5p

c.) $R_{be}=?$, $R_{ki}=?$ 5p

d.) Ábrázolja a kimenőfeszültség időfüggvényét egyenfeszültség helyesen, ha az u_g generátor 1mV csúcsértékű 1kHz frekvenciájú szinuszos feszültséget állít elő. 5p

Megoldás

$$U_{GS0} = 0 \quad I_{D0} = I_{DSS} = 1mA$$

$$S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{DSS} I_{D0}} = \frac{2}{1} \sqrt{1 \cdot 1} = 2mS$$

$$U_t = (I_{D0} + (1-A)I_{E0})R_D + U_{BE0} + I_{E0}R_E$$

$$I_{E0} = \frac{U_t - U_{BE0} - I_{D0}R_D}{(1-A)R_D + R_E} = \frac{15 - 0,6 - 1 \cdot 10}{0,01 \cdot 10 + 4,3} = 1mA$$

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26mV}{1mA} = 26\Omega$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g} \frac{u_{be2}}{u_{be}} \frac{u_{ki}}{u_{be2}}$$

$$\frac{u_{be}}{u_g} = 1 \quad R_{be2} = (1 + \beta)(R_E + r_d) = 100 \cdot 4326 = 432,6k\Omega$$

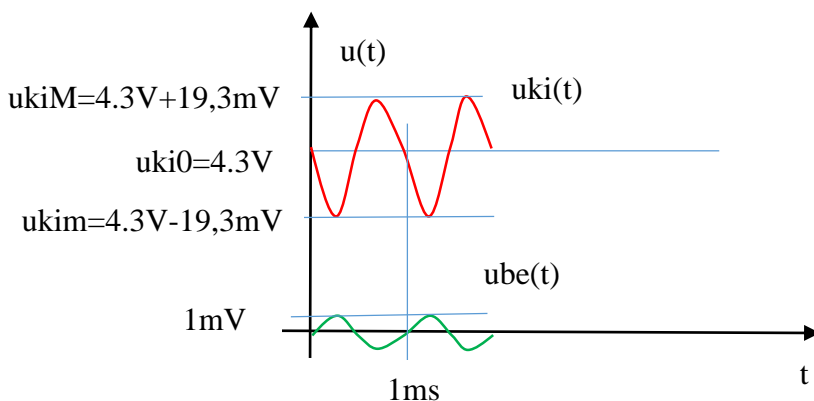
$$\frac{u_{be2}}{u_{be}} = -\frac{R_D \times R_{be2}}{\frac{1}{S}} = -\frac{10 \times 432,6}{0,5} = -19,5$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be2}} = \frac{R_E}{r_d + R_E} = \frac{4300}{26 + 4300} = 0,99$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g} \frac{u_{be2}}{u_{be}} \frac{u_{ki}}{u_{be2}} = 1 \cdot (-19,5) \cdot 0,99 = -19,3$$

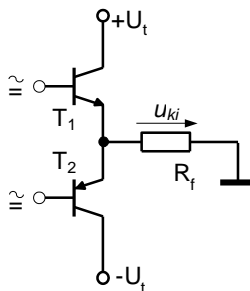
$$R_{be} = \infty$$

$$R_{ki} = R_E \times [r_d + (1 - \alpha)R_D] = 122\Omega$$



5.) Feladat. Határozza meg az alábbi teljesítményfokozat paramétereit „B” osztályú működést, változtatható *egyenfeszültségű* kimeneti jelet feltételezve.

$$U_t = 12 \text{ V}; U_m = 2 \text{ V}; R_f = 10 \Omega; \alpha = A = 1, i_E = i_C, \\ R_{thJC} = 2^\circ\text{C/W}, T_A = 85^\circ\text{C}, T_{JMax} = 150^\circ\text{C}$$



Kérdések:

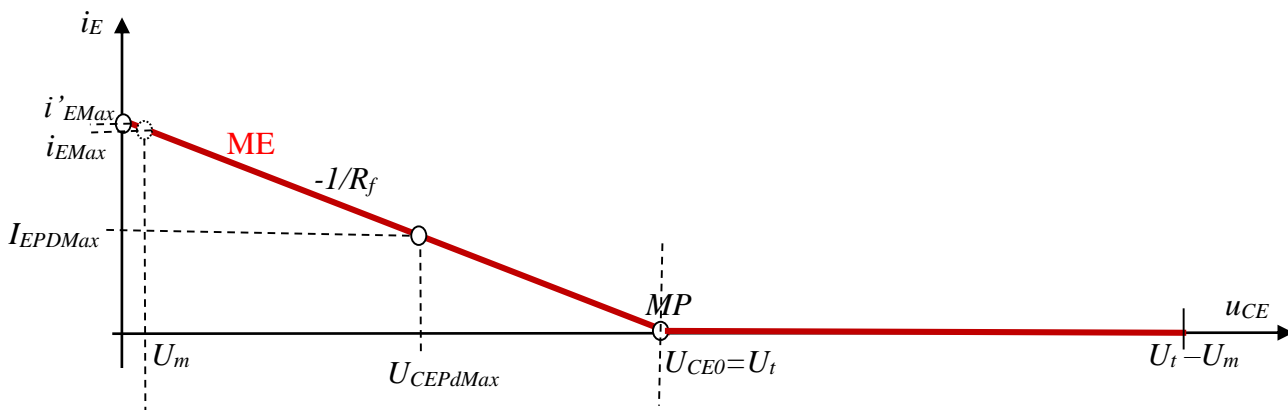
- a.) A maximális kimeneti teljesítmény: $P_{fMax} = ?$ 5p
 b.) A tranzisztorok maximális kollektor-emitter (emitter-kollektor) feszültsége: $U_{CEMax} = ?, U_{ECMax} = ?, I_{EMax} = ?$ 5p
 c.) A tranzisztorok hűtőbordáinak maximális hőellenállása $R_{thCAMax} = ?$ 5p
 d.) Hány Celsius fokos lesz legfeljebb a maximális hőellenállású hűtőborda felülete? 5p

Megoldás:

$$a.) U_{kiMax} = U_t - U_m = 12 - 2 = 10 \text{ V}, \quad P_{fMax} = \frac{U_{kiMax}^2}{R_f} = \frac{10^2}{10} = 10 \text{ W}$$

$$b.) U_{CEMax} = U_{ECMax} = 2U_t - U_m = 2 * 12 - 2 = 22 \text{ V}, \quad I_{EMax} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = \frac{12 - 2}{10} = 1 \text{ A}$$

c.) A disszipációs teljesítmény maximuma:



A munkaegyenes egyenlete:

$$i_E = -\frac{i'EMax}{U_{CE0}} u_{CE} + i'EMax = -\frac{U_t}{R_f U_t} u_{CE} + \frac{U_t}{R_f}$$

Egy tranzisztor disszipációja:

$$P_{D1tr} = i_E u_{CE} = -\frac{1}{R_f} u_{CE}^2 + \frac{U_t}{R_f} u_{CE}$$

Egy tranzisztor disszipációjának maximum keresése:

$$\frac{dP_{D1tr}}{du_{CE}} = -2 \frac{1}{R_f} u_{CE} + \frac{U_t}{R_f} = 0 \quad u_{CEPD1trMax} = \frac{U_t}{2},$$

$$P_{D1trMax} = -\frac{1}{R_f} \left(\frac{U_t}{2}\right)^2 + \frac{U_t}{R_f} \frac{U_t}{2} = \frac{1}{4R_f} U_t^2 = \frac{1}{4 * 10} (12)^2 = 3,6 \text{ W}$$

$$T_J = T_A + P_D R_{thCA} + P_D R_{thJC}$$

$$R_{thCAMax} = \frac{T_J - T_A - P_D R_{thJC}}{P_D} = \frac{150 - 85 - 3,6 * 2}{3,6} = 16^\circ\text{C/W}$$

A hűtőborda maximális hőmérséklete a legkisebb hűtőbordával:

$$T_C = T_A + P_D R_{thJC} = 85 + 3,6 * 16 = 142 \text{ Celsius}$$

