

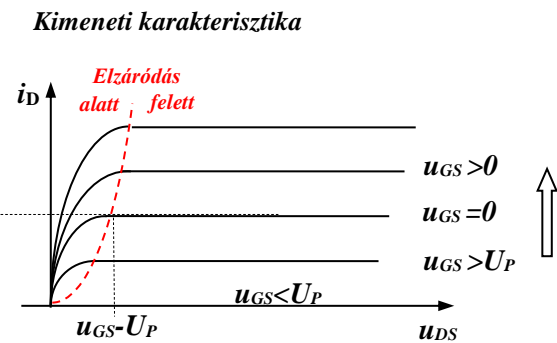
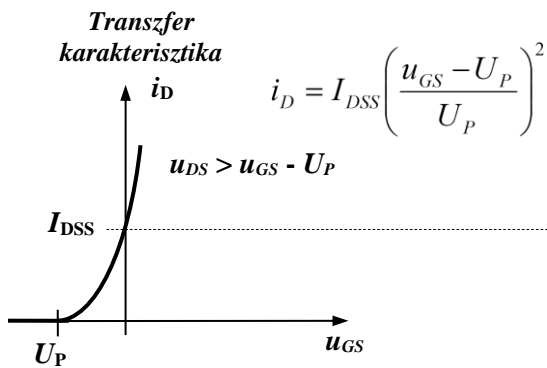
<b>Elektronika 1. PZH</b>	<b>2019. 11. 21.</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>Σ</b>
Név:	Neptun:						

1.) Feladat.

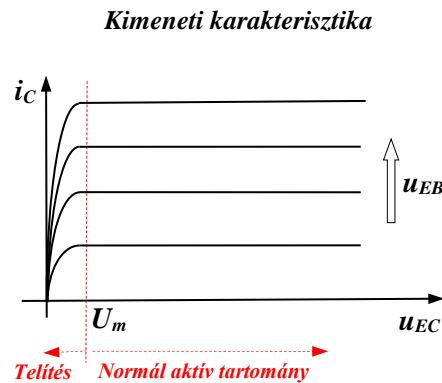
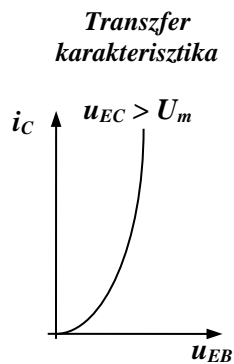
- Vázolja fel az n csatornás kiürítéses MOSFET transzfer karakterisztikáját és kimeneti karakterisztika görbeseregét 10p
- Vázolja fel a bipoláris pnp tranzisztor (BJT) transzfer karakterisztikáját és kimeneti karakterisztika görbeseregét 10p

Megoldás

JFET

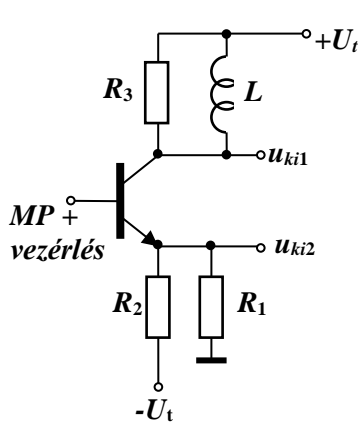


pnp BJT:



$$i_E = I_{S0} \left( e^{\frac{u_{EB}}{U_T}} - 1 \right)$$

2.) Feladat. Határozzuk meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!



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

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 5 \text{ k}\Omega \quad L \rightarrow \infty$$

Kérdések:

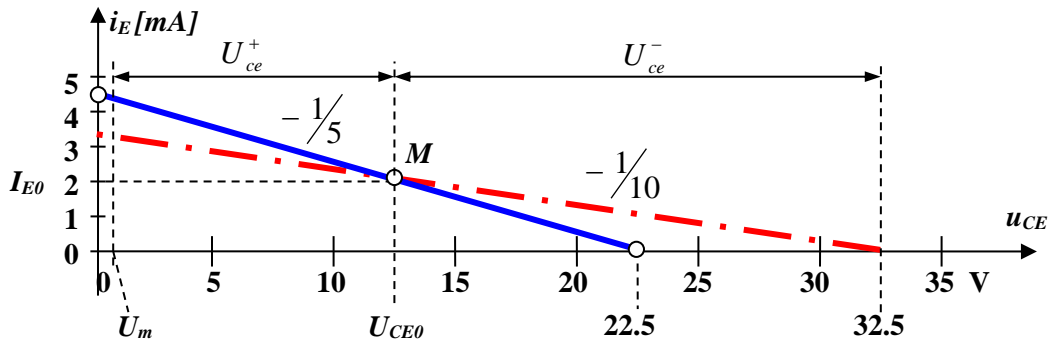
- a.)  $U_{ki1}^+ = ?$ ,  $U_{ki1}^- = ?$  6p
- b.)  $U_{ki2}^+ = ?$ ,  $U_{ki2}^- = ?$  6p
- c.) Rajzolja föl szinuszos kimeneti jel esetén a maximális amplitúdójú jel időfüggvényét az  $u_{ki1}$  kimeneten egyen feszültség helyesen 4p
- d.) Rajzolja föl szinuszos kimeneti jel esetén a maximális amplitúdójú jel időfüggvényét az  $u_{ki2}$  kimeneten egyen feszültség helyesen 4p

Megoldás:

$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 15 + 15 \frac{10}{20} = 22.5 \text{ V}, R_e = R_1 \times R_2 = 10 \times 10 = 5 \text{ k}\Omega, R_v = R_1 \times R_2 + R_3 = 5 + 5 = 10 \text{ k}\Omega$$

Az egyenáramú hurok egyenlet:

$$U_t^* = I_{E0} R_e + U_{CE0} \quad U_{CE0} = U_t^* - I_{E0} R_e = 22.5 - 2 * 5 = 12.5 \text{ V}$$



A maximális kivezérelhetőség:

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

$$U_{ce}^- = I_{E0} R_v = 2 * 10 = 20 \text{ V}$$

A kimenő feszültségeket a teljes változás leosztásával számítjuk ki:

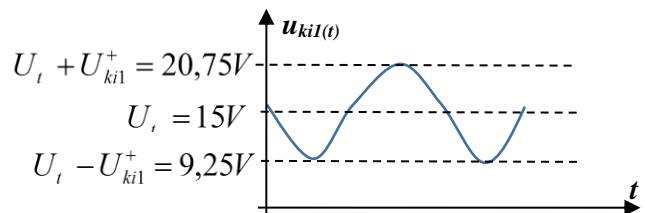
a.)  $U_{ki1}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{10} = 5.75 \text{ V}$   $U_{ki1}^- = U_{ce}^- \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3} = 20 \frac{5}{10} = 10 \text{ V}$  6p

b.)  $U_{ki2}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = 11.5 \frac{5}{10} = 5.75 \text{ V}$   $U_{ki2}^- = U_{ce}^- \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = 20 \frac{5}{10} = 10 \text{ V}$  6p

c.)  $U_{ki10} = U_t = 15 \text{ V}$

4p

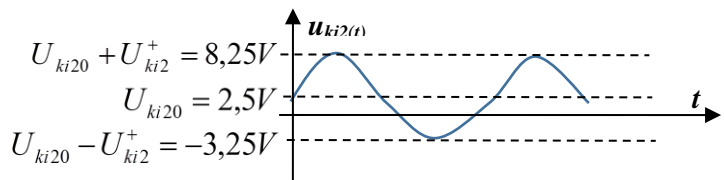
o



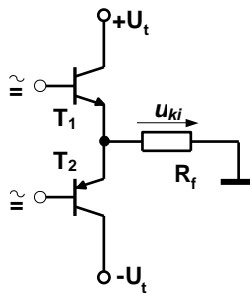
d.)

$$U_{ki20} = -U_t^{thevenin} + I_{E0} R_1 \times R_2 = -7.5 + 2 * 5 = 2.5 \text{ V}$$

4p



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



$$U_t = 12 \text{ V}; U_m = 1 \text{ V}; R_f = 5,5 \Omega; \alpha = A = 1, i_E = i_C, \\ R_{thJC} = 2^\circ\text{C/W}, T_A = 75^\circ\text{C}, T_{JMax} = 150^\circ\text{C}$$

Kérdések:

- A maximális kimeneti teljesítmény:  $P_{fMax} = ?$  3p
- A tranzisztorok maximális kollektor - emitter (emitter-kollektor - pnp) feszültsége:  $U_{CEMax} = ?$ ,  $U_{ECMax} = ?$  4p
- A tranzisztorok maximális emitter árama:  $I_{EMax} = ?$  3p
- A tranzisztorok hűtőbordáinak maximális hőellenállása  $R_{thCAMax} = ?$  10p

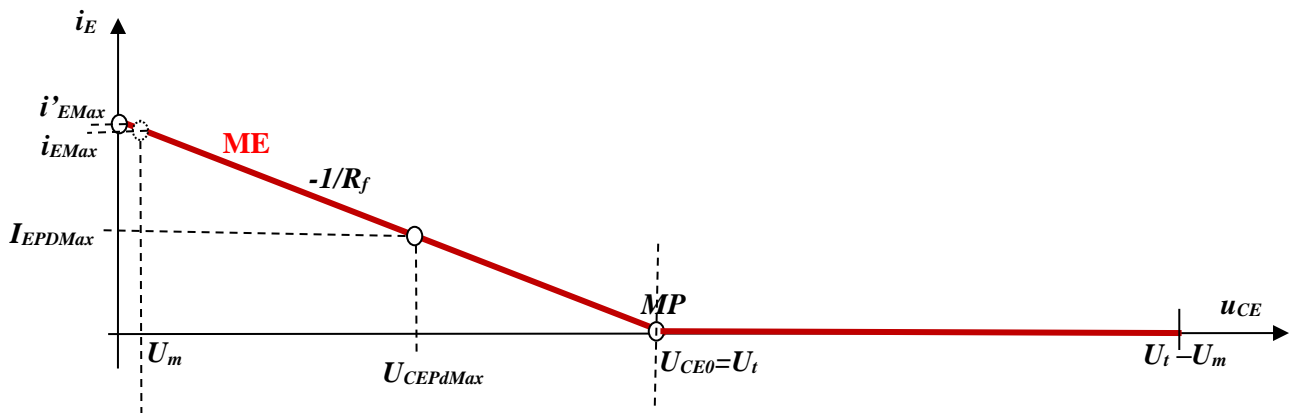
Megoldás:

$$a.) U_{kiMax} = U_t - U_m = 12 - 1 = 11 \text{ V}, P_{fMax} = \frac{U_{kiMax}^2}{R_f} = \frac{11^2}{5,5} = 22 \text{ W} \quad 3\text{p}$$

$$b.) U_{CEMax} = U_{ECMax} = 2U_t - U_m = 2 * 12 - 1 = 23 \text{ V} \quad 4\text{p}$$

$$c.) I_{EMax} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = 2 \text{ A} \quad 3\text{p}$$

d.) 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 disszipációja: 
$$\frac{dP_{D1tr}}{du_{CE}} = -2 \frac{1}{R_f} u_{CE} + \frac{U_t}{R_f} = 0$$

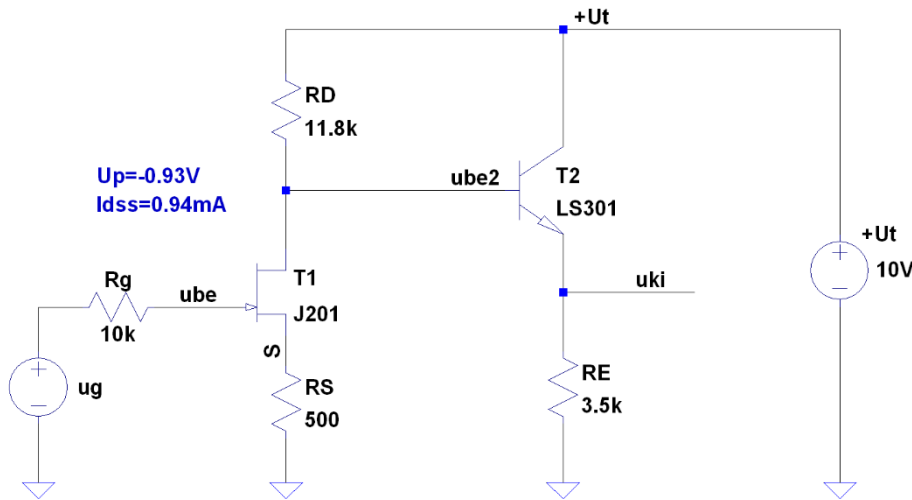
$$u_{CEPD1trMax} = \frac{U_t}{2}, \quad P_{D1trMax} = -\frac{1}{R_f} \left(\frac{U_t}{2}\right)^2 + \frac{U_t}{R_f} \frac{U_t}{2} = \frac{1}{R_f} \left(\frac{U_t}{2}\right)^2 = 6,5 \text{ W}$$

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

$$R_{thCAMax} = \frac{T_J - T_A - P_D R_{thJC}}{P_D} = \frac{150 - 75 - 6,5 * 2}{6,5} = 9,5^\circ\text{C/W} \quad 10\text{p}$$



4.) Feladat. Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.



$T_1: U_p = -0,93V, I_{DSS} = 0,94mA$   
 $I_{D0} = 0,5mA$   
 $T_2: \beta = B \rightarrow \infty, U_{BE0} = 0,6V,$   
 $+U_t = 10V, R_E = 3,5k\Omega,$   
 $R_D = 11,8k, R_S = 0,5k\Omega$

Kérdések:

- a.) Tranzisztorok alapkapcsolásai 4p  
 b.)  $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$  10p  
 c.)  $u_{ki0} = ?$  3p  
 d.)  $R_{ki} = ?$  3p

Gyors megoldás:

a.) T1: FS, T2: FC

b.)

$$S = \frac{2}{|U_p|} \sqrt{I_{DSS} I_{D0}} = \frac{2}{0,93} \sqrt{0,94 * 0,5} = 1,47 \text{ mS}$$

$$\frac{u_{be}}{u_g} = 1 - \text{mivel a } T_1 \text{ fokozat bemenő ellenállása végtelen.}$$

$$\frac{u_{be2}}{u_{be}} = -\frac{R_D}{\frac{1}{S} + R_S} = -\frac{11,8}{\frac{1}{1,47} + 0,5} = -10, \text{ mivel a } T_2 \text{ fokozat bemeneti ellenállása végtelen.}$$

$$I_{D0} R_D + U_{BE0} + I_{E0} R_E = U_t \quad I_{E0} = \frac{U_t - I_{D0} R_D - U_{BE0}}{R_E} = \frac{10 - 0,5 * 11,8 - 0,6}{3,5} = 1mA, \quad r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{0,026}{0,001} = 26\Omega$$

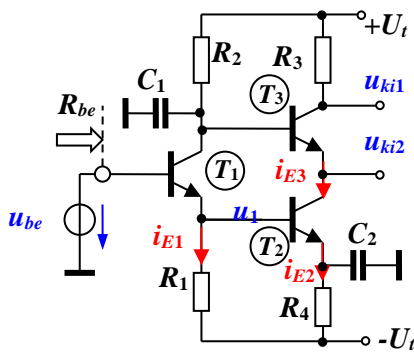
$$\frac{u_{ki}}{u_{be2}} = \frac{R_E}{r_d + R_E} = -\frac{3500}{26 + 3500} = 0,992 \approx 1$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = -10$$

c.)  $u_{ki0} = I_{E0} R_E = 1 * 3,5 = 3,5V$

d.)  $R_{ki} = r_d \times R_E \approx r_d = 26\Omega$  mivel a  $T_2 \beta$ -ja végtelen, és így nem számít a  $T_1$  kimenő ellenállása.

5.) Feladat.



$T_1$ :  $n-p-n$  tranzisztor,  $\beta_1=B_1=99$ ,  $U_{BE0}=0,6$  V,  
 $T_2, T_3$ :  $n-p-n$  tranzisztorok,  $\beta_2=B_2=\beta_3=B_3 \rightarrow \infty$ ,  $U_{BE0}=0,6$  V  
 $R_1 = 7.2$  k $\Omega$ ,  $R_2 = 6$  k $\Omega$ ,  $R_3 = 5.2$  k $\Omega$ ,  $R_4 = 6.9$  k $\Omega$   
 $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$ ,  $U_t = 15$  V,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$

Kérdések:

- a.)  $I_{E01}=?$ ,  $I_{E02}=?$ ,  $I_{E03}=?$  4p  
 b.) Lineáris, kisjelű helyettesítőkép 4p  
 c.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$   $\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = ?$  8p  
 d.)  $u_{ki10} = ?$   $u_{ki20} = ?$  4p

Megoldás:

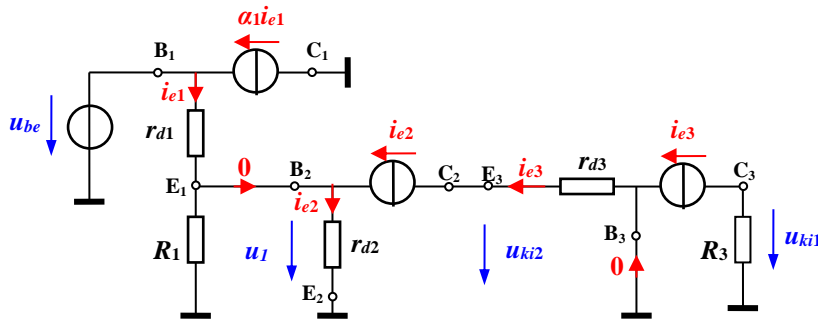
a.) MP:  $u_{be}=0$  !

$$U_t = U_{BE01} + I_{E01}R_1 \quad (I_{B02}=0!) \rightarrow I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE01}}{R_1} = \frac{15 - 0.6}{7.2} = 2 \text{ mA}$$

$$I_{E01}R_1 = U_{BE02} + I_{E02}R_4 \rightarrow I_{E02} = \frac{I_{E01}R_1 - U_{BE02}}{R_4} = \frac{14.4 - 0.6}{6.9} = 2 \text{ mA}$$

$$I_{E03} = I_{C02} = A_2 I_{E02} = 2 \text{ mA} \quad (A_2=1)$$

b.) A kisjelű helyettesítő kép:



c.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$   $\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = ?$   $r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} = 13 \Omega$   $r_{d2} = r_{d3} = 13 \Omega$

$$\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = \frac{u_1}{u_{be}} \frac{u_{ki2}}{u_1} = \frac{R_1}{r_{d1} + R_1} \frac{(-i_{e2}r_{d3})}{i_{e2}r_{d2}} = -\frac{R_1}{r_{d1} + R_1} \frac{r_{d3}}{r_{d2}} = -\frac{7.2}{7.2 + 0.013} \frac{13}{13} \cong -1$$

$$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = \frac{u_{ki2}}{u_{be}} \frac{u_{ki1}}{u_{ki2}} = -1 \frac{(-i_{e3}R_3)}{(-i_{e3}r_{d3})} = -\frac{R_3}{r_{d3}} = -\frac{5200}{13} = -400$$

d.)  $u_{ki10} = U_t - I_{C03}R_3 = 15 - 2 * 5.2 = 4,6 \text{ V}$

$$u_{ki20} = U_t - I_{C01}R_2 - U_{BE0} = 15 - 2 * 6 - 0.6 = 2,4 \text{ V}$$

## Képletgyűjtemény

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

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

$$i_E = I_{S0} \left( e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right)$$

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}}$$

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

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

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

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C}{r_d}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \alpha \frac{R_C}{r_d}$$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}}$$

$$R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}}, u_{be} = 0$$