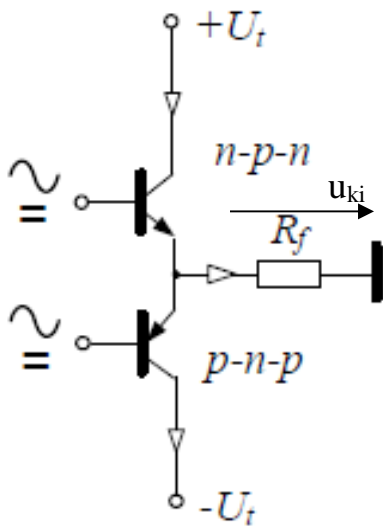


Elektronika 1.	pót ZH	2017. 11. 03.	1.	2.	3.	4.	5	$\Sigma$
Név:		Neptun:						

### 1. feladat

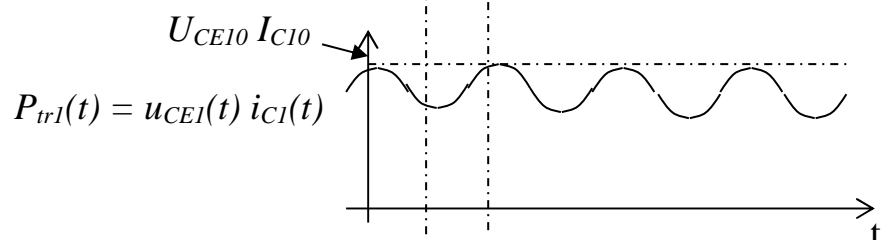
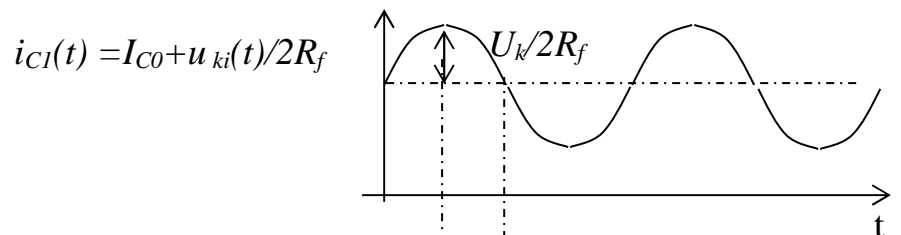
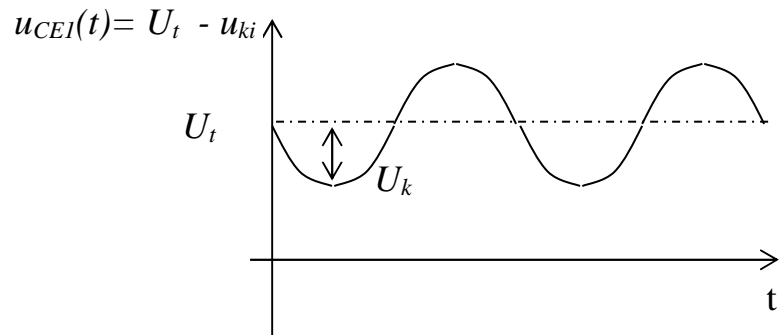
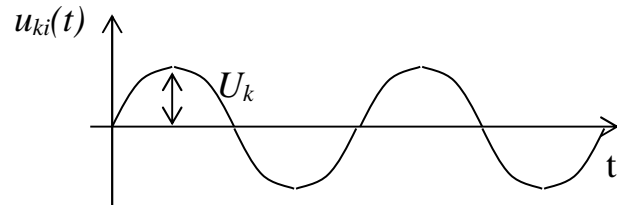
1. Rajzolja le a bipoláris, komplementer tranzisztorokból felépülő, legegyszerűbb, áramkorlátozó ellenállás nélküli, ellenütemű végfokozatot! Feltételezzük, hogy a végfokozat „A” osztályú és a kimeneti jel  $U_k$  amplitúdójú szinuszos feszültség,  $u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$ . Mekkora  $U_k$  lehetséges maximális értéke, hogyan függ a telepfeszültségtől, a tranzisztor kollektor-emitter maradék feszültségétől és a terhelő ellenállástól? Rajzolja le közös léptékű idő-tengelyek felett a kimenő feszültséget és az egyik tranzisztor kollektor-emitter feszültségét, áramát és a tranzisztor pillanatnyi disszipációs teljesítményét!

### Megoldás:



$$u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$$

$$U_{kmax} = U_t - U_m$$



## 2. feladat

Az áramkör adatai:

$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = 40 \text{ k}\Omega, R_E = 2,7 \text{ k}\Omega, R_C = 2 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

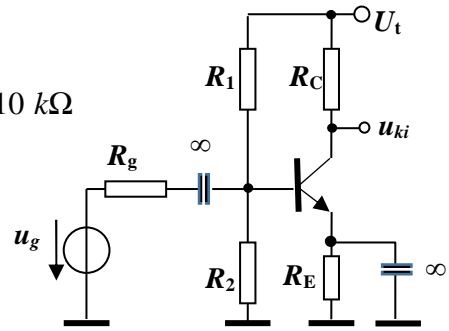
A tranzisztor:

npn bipoláris réteg tranzisztor

paraméterei:  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_m = 0,5 \text{ V}$ ,  $A = 1$

munkaponti árama:  $I_{E0} = 2 \text{ mA}$  és

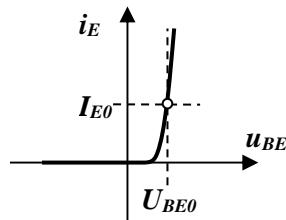
a munkapont a normál aktív tartományban van.



- Rajzolja le a tranzisztor  $i_E(u_{BE})$  bemeneti karakterisztikáját, írja fel az egyenletét! Határozza meg az  $I_{E0} = 2 \text{ mA}$  munkaponti áramhoz szükséges  $R_2$  ellenállás értékét!
- Rajzolja le a tranzisztor  $i_C(u_{CE})$  kimeneti karakterisztikája síkján a normál aktív tartomány határát, a munkapontot, továbbá az egyenáramú- és váltóáramú munka-egyeneseket! Adja meg a munkapont áram és feszültség adatait!
- Határozza meg a nyitó irányú ( $U_{CE}^+$ ) és záró irányú ( $U_{CE}^-$ ) kivezérelhetőségeket!
- Mekkora a tranzisztor munkaponti disszipációs teljesítménye?

Megoldás:

a.)

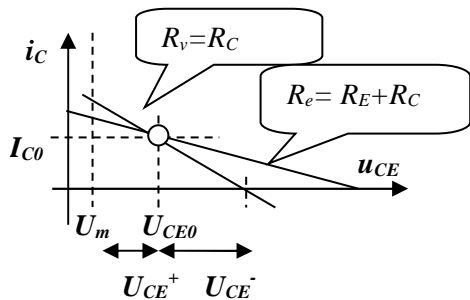


$$i_E = I_{S0} \left( e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right)$$

Az emitter potenciál:  $U_{E0} = R_E I_{E0} = 5,4 \text{ V}$

A bázis potenciál:  $U_{B0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = U_{E0} + U_{BE0} = 6 \text{ V} \rightarrow \frac{R_2}{40 + R_2} 12 = 6 \rightarrow R_2 = 40 \text{ k}\Omega$

b.)



$$I_{C0} = A I_{E0} = 2 \text{ mA}$$

$$U_{CE0} = U_t - (R_C + R_E) I_{C0} = 2,6 \text{ V}$$

c.)

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 2,1 \text{ V}$$

$$U_{CE}^- = R_C I_{C0} = 4 \text{ V}$$

d.)

$$P_{Dtr} \Big|_{u_g = 0} = U_{CE0} I_{C0} = 5,2 \text{ mW}$$

**3. feladat** Az áramkör adatai:

$$U_i = 12 \text{ V}, \quad R_g = 10 \text{ k}\Omega, \quad C = \infty$$

$$R_1 = 40 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 20 \text{ k}\Omega, \quad R_E = 3,4 \text{ k}\Omega, \quad R_C = 4 \text{ k}\Omega$$

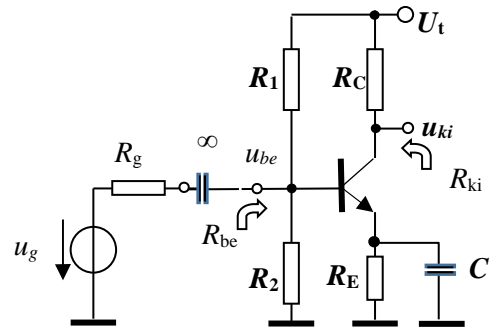
A tranzisztor:

npn bipoláris réteg tranzisztor

paraméterei:  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_m = 0,5 \text{ V}$ ,  $\beta = \infty$

munkaponti árama:  $I_{E0} = 1 \text{ mA}$  és

a munkapont a normál aktív tartományban van,  
továbbá az üzemi hőmérsékleten  $kT/q = 26 \text{ mV}$ .

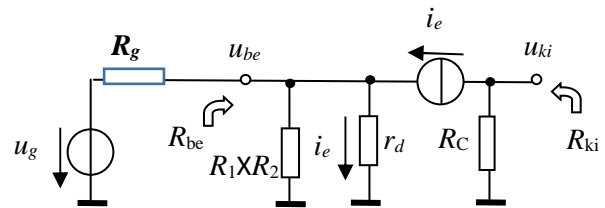


- Határozza meg a tranzisztor munkaponti dióda ellenállását (differenciális ellenállását), rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!
- Határozza meg az erősítő  $R_{be}$  és  $R_{ki}$  ellenállás paramétereit!
- Határozza meg az  $u_{ki}/u_{be}$  és  $u_{ki}/u_g$  feszültség erősítések értékeit!
- Mennyi lesz az  $R_{be}$  és  $R_{ki}$  és  $u_{ki}/u_g$  kisjelű erősítő paraméterek értéke, ha az áramkörből kivesszül a  $C$  emitter-hidegítő kondenzátort ( $C = 0$ )?

Megoldás:

a.)

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{q}{I_{E0}} = 26 \Omega$$



b.)

$$R_{be} = R_1 \times R_2 = 13,3 \text{ k}\Omega \quad R_{ki} = R_C = 4 \text{ k}\Omega$$

c.)

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_C}{r_d} = -153,8, \quad \frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{bei}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \right) \left( -\frac{R_C}{r_d} \right) = \left( \frac{13,3}{23,3} \right) (-153,8) = -87,8$$

d.)  $C = 0$

A be- és kimeneti ellenállások nem változnak:  $R_{be} = 13,3 \text{ k}\Omega$   $R_{ki} = 4 \text{ k}\Omega$ .

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{bei}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \right) \left( -\frac{R_C}{r_d + R_E} \right) = \left( \frac{13,3}{23,3} \right) \left( -\frac{4000}{3426} \right) = -0,666$$

#### 4. feladat

Az áramkör adatai:  $U_t = 5\text{ V}$ ,  $R_{D1} = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_{S2} = 1\text{ k}\Omega$ ,

A tranzisztorok :

T1: p csatornás növekményes MOS FET

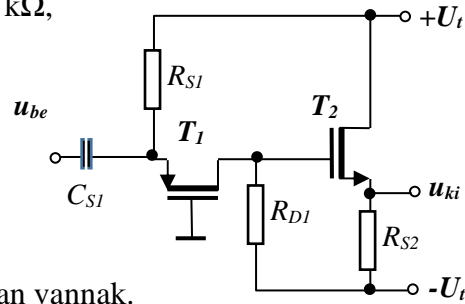
paraméterei:  $U_p = 2\text{ V}$ ,  $I_{D00} = 1\text{ mA}$ ,

munkaponti árama:  $I_{D10} = 1\text{ mA}$

T2: n csatornás növekményes MOS FET

paraméterei:  $U_p = 2\text{ V}$ ,  $I_{D00} = 1\text{ mA}$ ,

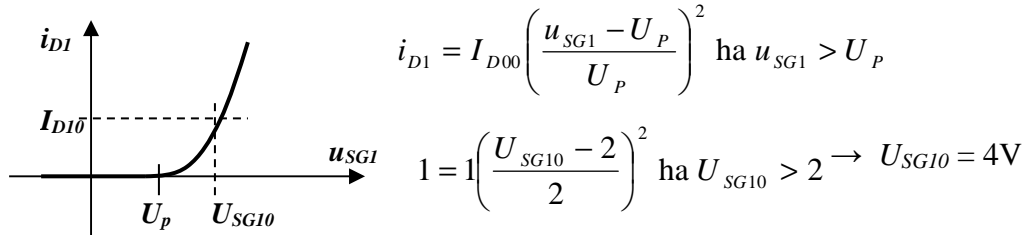
a munkapontok az elzáródás feletti tartományban vannak.



- Rajzolja le a T1 tranzisztor  $i_{D1}(u_{SG1})$  transzfer karakterisztikáját, határozza meg az  $U_{SG10}$  munkaponti feszültséget és az ehhez szükséges  $R_{S1}$  ellenállás értékét!
- Rajzolja le a T1 tranzisztor  $i_{D1}(u_{SD1})$  kimeneti karakterisztikája síkján az elzáródás feletti tartomány határát, a munkapontot (és koordinátáit), továbbá az egyenáramú- és váltóáramú munka-egyeneseket!
- Határozza meg a T2 tranzisztor  $I_{D20}$  munkaponti áramát!
- Határozza meg a tranzisztorok munkaponti  $P_{D1tr}$ ,  $P_{D2tr}$  disszipációs teljesítményeit!

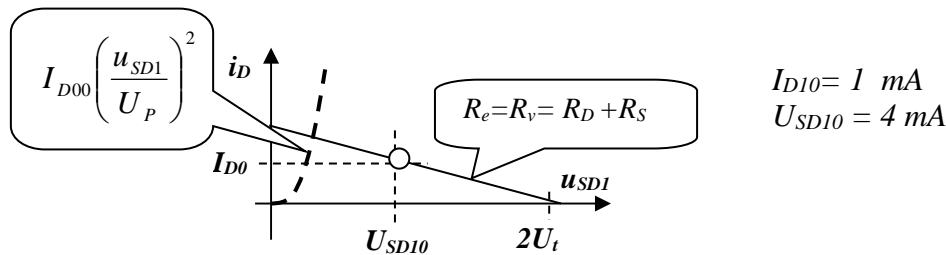
Megoldás:

a.)



$$U_t = R_{S1} I_{D10} + U_{SG10} \rightarrow R_{S1} = \frac{U_t - U_{SG10}}{I_{D10}} = 1\text{ k}\Omega$$

b.) Az egyen- és váltóáramú lezárás és így a munkaegyenese megegyezik:  $R_e = R_v = R_D + R_S$



$$c.) \quad R_{D1} I_{D10} = U_{GS20} + R_{S1} I_{D20} = U_{GS20} + R_{S1} I_{D00} \left( \frac{U_{GS20} - U_p}{U_p} \right)^2$$

$$5 = U_{GS20} + \left( \frac{U_{GS20} - 2}{2} \right)^2, \quad U_{GS20}^2 - 16 = 0, \quad U_{GS20} = \begin{cases} 4\text{ V} \\ -4\text{ V} \end{cases}, \quad I_{D20} = 1\text{ mA}$$

d.)

$$P_{D1tr} \Big|_{u_g = 0} = U_{SD10} I_{D10} = 4\text{ mW} \quad P_{D2tr} \Big|_{u_g = 0} = U_{DS20} I_{D20} = 9\text{ mW}$$

## 5. feladat

Az áramkör adatai:  $U_t = 6 \text{ V}$ ,

$$R_{S1} = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_{D1} = 6 \text{ k}\Omega, \quad R_{S2} = 2 \text{ k}\Omega$$

A tranzisztorok:

$T1$ : p csatornás növekményes MOS FET

paraméterei:  $U_p = 2 \text{ V}$ ,  $I_{D00} = 1 \text{ mA}$ ,

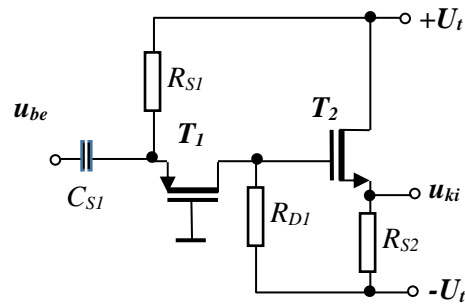
munkaponti árama:  $I_{D10} = 1 \text{ mA}$

$T2$ : n csatornás növekményes MOS FET

paraméterei:  $U_p = 2 \text{ V}$ ,  $I_{D00} = 1 \text{ mA}$ ,

munkaponti árama:  $I_{D20} = 1 \text{ mA}$

a munkapontok az elzáródás feletti tartományban vannak.



- Határozza meg a tranzisztorok munkaponti  $S1$ ,  $S2$  meredekségeit!
- Rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!
- Határozza meg az erősítő  $R_{be}$  és  $R_{ki}$  ellenállásait!
- Határozza meg az  $u_{ki}/u_{be}$  feszültség erősítést!

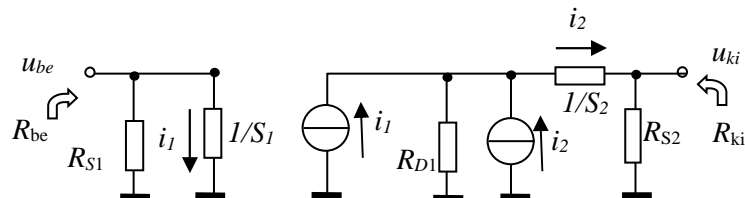
Megoldás:

$$a.) \quad I_{D0} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS0} - U_p}{U_p} \right)^2, \quad u_{GS0} > U_p \quad S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_p}$$

$$I_{D10} = 1 \text{ mA} \rightarrow U_{GS10} = 4 \text{ V} \rightarrow S_1 = 2 \frac{1}{4 - 2} = 1 \text{ mS}$$

$$I_{D20} = 1 \text{ mA} \rightarrow U_{GS20} = 4 \text{ V} \rightarrow S_2 = 2 \frac{1}{4 - 2} = 1 \text{ mS}$$

b.)



c.)

$$R_{be} = R_{S1} \times \frac{1}{S_1} = 2 \times 1 = 0.66 \text{ k}\Omega \quad R_{ki} = R_{S1} \times \frac{1}{S_1} = 2 \times 1 = 0.66 \text{ k}\Omega$$

d.)

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( \frac{R_{D1}}{1/S_1} \right) \left( \frac{R_{S2}}{1/S_2 + R_{S2}} \right) = (S_1 R_{D1}) \left( \frac{S_2 R_{S2}}{1 + S_2 R_{S2}} \right) = 6 \cdot \frac{2}{3} = 4$$