

Elektronika 1.	2. vizsga	2017. 01. 06.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	iMsc
Név:		Neptun:							

### 1. feladat

Rajzoljon le egy erősítőt, mely

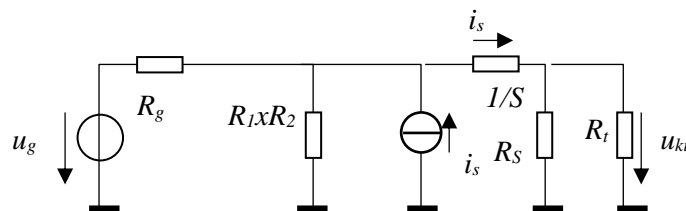
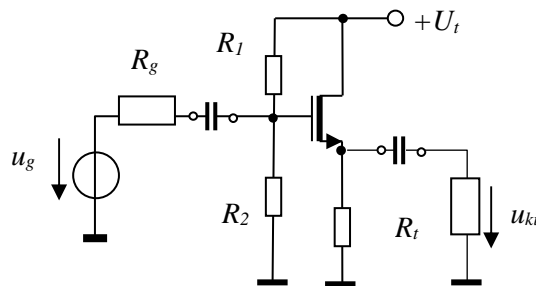
- $R_g$  generátor ellenállású meghajtó fokozat és az  $R_t$  ellenállású terhelés között működik,
- mind a bemeneten mind a kimeneten kapacitív csatolású,
- növekményes, n-csatornás MOS FET-et tartalmaz,
- egy telepes munkapont beállítású,
- földelt drain-ű alkapcsolás.

Rajzolja le a kisjelű, középfrekvenciás, lineáris helyettesítő képét!

Adja meg a kapcsolás kisjelű

- $A_u = u_{ki}/u_g$  feszültségerősítés,
- $R_{ki}$  kimenőellenállás és
- $R_{be}$  bemenő ellenállás paramétereit!

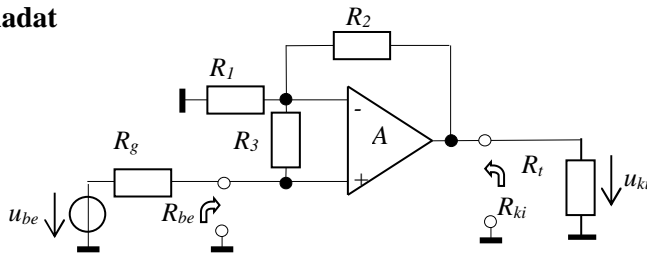
### Megoldás:



$$R_{be} = R_1 \times R_2 \quad R_{ki} = R_s \times \frac{1}{S} = \frac{R_s}{1 + SR_s}$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_1 \times R_2}{R_g + R_1 \times R_2} \frac{R_s \times R_t}{1/S + R_s \times R_t} = \frac{R_1 \times R_2}{R_g + R_1 \times R_2} \frac{S(R_s \times R_t)}{1 + S(R_s \times R_t)}$$

2. feladat



Az alábbi áramkörben a műveleti erősítő ideális, az ellenállások:

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega.$$

$$R_g = R_t = 1 \text{ k}\Omega$$

- a.) Mekkora az feszültség erősítés, ha  $A = \infty$ ?  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$
- b.) Mekkora a bemenő és kimenő ellenállás, ha  $A = \infty$ ?  $R_{be} = ?$  és  $R_{ki} = ?$
- c.) Mekkora a kimeneti nullponti hibafeszültség, ha figyelembe vesszük a műveleti erősítő bemeneti differenciál erősítőjének  $I_{B0}^+ = I_{B0}^- = 10 \mu\text{A}$  bázisáramait, de továbbra is  $A = \infty$ ?

$$\left( U_{ki0} = u_{ki} \Big|_{u_{be} = 0} = ? \right)$$

- d.) Mekkora a hurok erősítés és a kimenő ellenállás, ha  $A = 100$ ?  $A\beta = ?$ ,  $R_{ki} = ?$

Megoldás:

- a.) A műveleti erősítőbe áram nem folyik,  $R_3$ -on is nulla a feszültség (végtelen erősítés), tehát  $R_g$ -n sem folyik áram, tehát  $u_+ = u_- = u_{be}$ .

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 2$$

- b.)

Tetszőleges  $u_{be}$  esetén  $i_{be} = 0$ ,  $\rightarrow R_{be} = \infty$

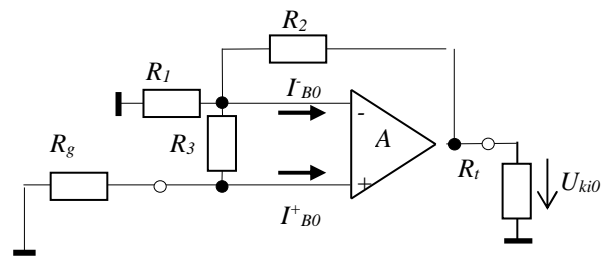
$R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}} \Big|_{u_{be} = 0}$  Ha  $u_{be} = 0$ , akkor tetszőleges  $i_{ki}$  esetén is  $u_{ki} = 0 \rightarrow R_{ki} = 0$

- c.)  $R_3$ -on nulla a feszültség (végtelen erősítés),

így nem folyik áram.  $I_g = I_{B0}^+$   
 $U^+ = -R_g I_{B0}^+ = U^- = -10 \text{ mV}$ ,

$$I_{R1} = \frac{0 - U^-}{R_1} = \frac{R_g}{R_1} I_{B0}^+ = 1 \mu\text{A}$$

$$I_{R2} = I_{R1} - I_{B0}^- = -9 \mu\text{A} \quad U_{ki0} = U^- - R_2 I_{R2} = -10 - (-90) = 80 \text{ mV}$$

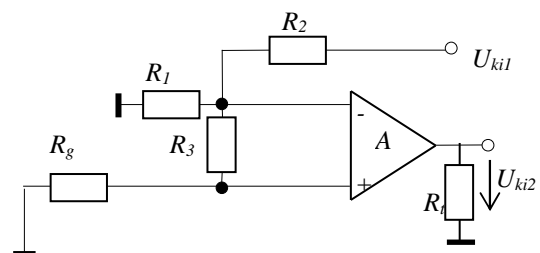


- d.)

$$A\beta = -\frac{U_{ki2}}{U_{ki1}} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{R_3}{R_1 \times R_2 + R_3 + R_g} (-A) =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{10}{5 + 10 + 1} 100 = 31,25$$

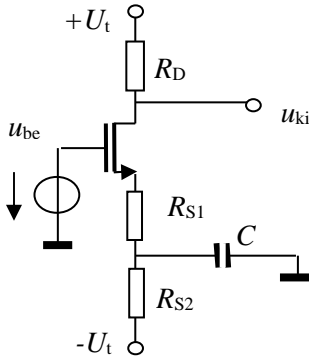
$R_{ki} = 0$  az  $A$  erősítés értékétől függetlenül!



### 3. feladat

$$U_t = 10 \text{ V}, \quad R_D = 6 \text{ k}\Omega, \quad R_{S1} = 3 \text{ k}\Omega, \quad R_{S2} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\text{MOSFET paramétereit: } I_{D00} = 4 \text{ mA}, \quad U_P = 4 \text{ V}$$



- Határozza meg a tranzisztor munkaponti áramát!  $I_{D0} = ?$
- Ellenőrizze, hogy a munkaponti áramból valóban az  $S=1\text{mS}$  munkaponti meredekség adódik-e!
- Mekkora tranzisztor záró irányú kivezérelhetősége, ha  $C = 0$  (nincs kondenzátor)  $U_{DS}^- = ?$
- Mekkora a kimeneti záró irányú kivezérelhetőség, ha  $C = \infty$ ?  $U_{ki}^- = ?$

Megoldás:

$$\text{a.) } U_t = U_{GS0} + I_{D0}(R_{S1} + R_{S2}),$$

$$I_{D0} = \begin{cases} I_{D00} \left( \frac{U_{GS0} - U_P}{U_P} \right)^2 & \text{ha } U_{GS} > U_P \\ 0 & \text{ha } U_{GS} \leq U_P \end{cases}$$

$$U_t = U_{GS0} + \frac{I_{D00} R_S}{U_P^2} (U_{GS0} - U_P)^2,$$

$$U_{GS0}^2 - 7U_{GS0} + 6 = 0, \quad U_{GS0} = \frac{7 + \sqrt{49 - 24}}{2} = 6\text{V}$$

$$I_{S0} = I_{D0} = \frac{U_t - U_{GS0}}{R_S} = \frac{10 - 6}{4} = 1\text{mA}$$

$$\text{b.) } S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 2 \frac{1}{6 - 4} = 1\text{mS}$$

c.)

Egyenáramú lezárás:  $R_e = R_d + R_{S1} + R_{S2} = 10\text{k}\Omega$ ,  $U_e = 2U_t = 20\text{V}$

Váltóáramú lezárás:  $R_v = R_d + R_S = 10\text{k}\Omega$

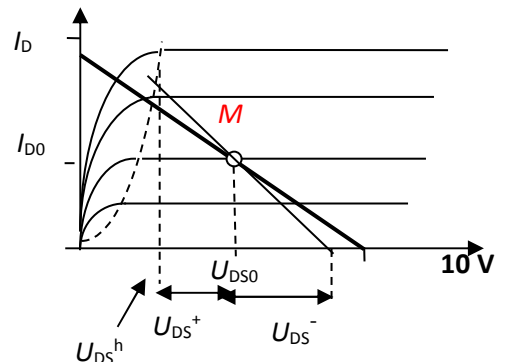
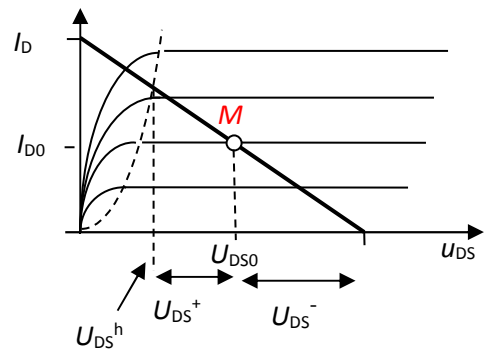
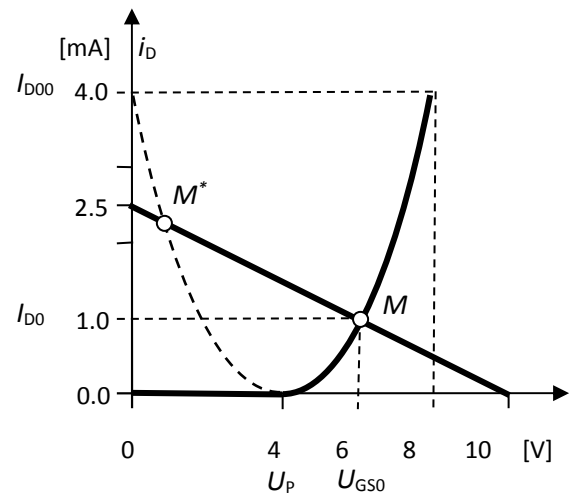
$$U_{DS}^- = R_v I_{D0} = 10\text{V}$$

d.) Egyenáramú lezárás:  $R_e = R_d + R_{S1} + R_{S2} = 10\text{k}\Omega$ ,  $U_e = 2U_t = 20\text{V}$

Váltóáramú lezárás:  $R_v = R_d + R_{S1} = 9\text{k}\Omega$

$$U_{DS}^- = R_v I_{D0} = 9\text{V}$$

$$\text{A kimeneti leosztással: } U_{ki}^- = \frac{R_D}{R_D + R_{S1}} U_{DS}^- = \frac{6}{6 + 3} 9 = 6\text{V}$$

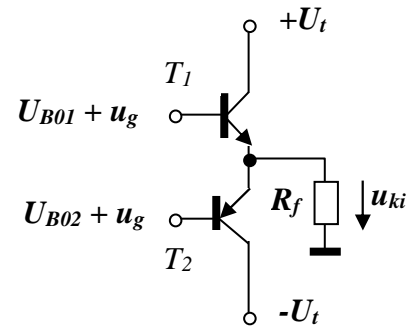


4. feladat Az áramkör adatai:  $R_f = 8 \Omega$ ,  $U_t = +10 \text{ V}$

A tranzisztorok adatai:

T1:  $U_{BE01} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_{m1} = 1 \text{ V}$ ,  $A_1 = 1$ .

T2:  $U_{BE02} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_{m2} = 1 \text{ V}$ ,  $A_2 = 1$ .



a.) Határozza meg a tranzisztorok optimális munkaponti áramát, ha az áramkört „A” osztályú végfokként használjuk!  $I_{0opt} = ?$

b.) Mekkora a két telepből felvett összteljesítmény, ha mindkét tranzisztor munkaponti árama  $I_0 = 0,4 \text{ A}$ , és a kimeneten  $\pm 2 \text{ V}$  amplitúdójú szimmetrikus négyszögjel van?  $P_t = ?$

c.) Mekkora a T1 tranzisztor disszipációs teljesítménye, ha mindkét tranzisztor munkaponti árama  $I_0 = 0,4 \text{ A}$ , és a kimeneten  $\pm 2 \text{ V}$  amplitúdójú, szimmetrikus négyszögjel van?  $P_{trD1} = ?$

d.) Ha az áramkört „B” osztályú végfokként használjuk, mekkorák az alábbi munkaponti értékek:  $I_{E01} = ?$ ,  $I_{E02} = ?$ ,  $U_{CE01} = ?$ ,  $U_{EC02} = ?$ ,  $U_{B01} = ?$ ,  $U_{B02} = ?$

Megoldás:

$$a.) U_{CE}^+ = U_{CE}^- \rightarrow U_t - U_m = 2R_f I_{0opt} \rightarrow I_{0opt} = \frac{U_t - U_m}{2R_f} = \frac{10 - 1}{2 \cdot 8} = \boxed{0,563 \text{ A}}$$

$$b.) I_f = 2/8 = 0,25 \text{ A}, \quad P_{t1} = \frac{1}{2}(U_t(I_0 + I_f/2) + U_t(I_0 - I_f/2)) = 4 \text{ W}, \quad P_t = 2 P_{t1} = \boxed{8 \text{ W}}$$

$$c.) P_{trD1} = \frac{1}{2}((U_t - R_f I_f)(I_0 + I_f/2) + (U_t + R_f I_f)(I_0 - I_f/2)) = \\ = \frac{1}{2}((10 - 2)(0,4 + 0,125) + (10 + 2)(0,4 - 0,125)) = \boxed{3,75 \text{ W}}$$

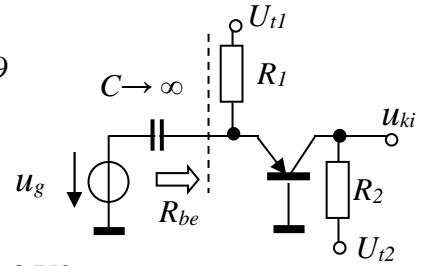
$$d.) I_{E01} = 0, \quad I_{E02} = 0, \quad U_{CE01} = 10 \text{ V}, \quad U_{EC02} = 10 \text{ V}, \quad U_{B01} = 0,6 \text{ V}, \quad U_{B02} = -0,6 \text{ V}.$$

### 5. feladat

Az áramkör adatai:  $R_1 = 3,7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{t2} = -12 \text{ V}$

A pnp tranzisztor adatai:  $U_{EB0} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_m = 0,5 \text{ V}$ ,  $B = \beta = 99$

Határozza meg az alábbi munkaponti és kisjelű jellemzőket!



- Mekkora a munkaponti  $I_{E0}$  áram, ha  $U_{t1} = +8 \text{ V}$ ?
- Mekkora a kimenet munkaponti feszültsége, ha  $U_{t1} = +8 \text{ V}$ ?
- Mekkora az  $\frac{u_{ki}}{u_g}$  feszültség erősítés, ha  $I_{E0} = 1 \text{ mA}$  és  $U_{t1} = +4,3 \text{ V}$ ?
- Mekkora az erősítő  $R_{be}$  bemeneti- és  $R_{ki}$  kimeneti ellenállása, ha  $I_{E0} = 1 \text{ mA}$  és  $U_{t1} = +4,3 \text{ V}$ ?

Megoldás:

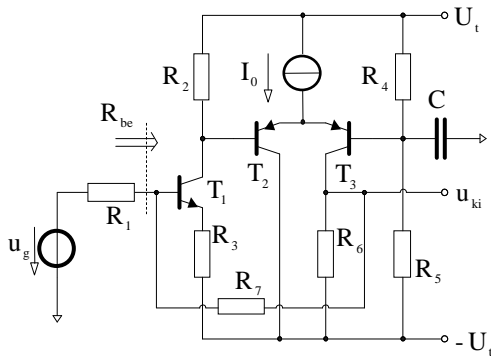
$$\text{a.) } I_{E0} = \frac{U_{t1} - U_{EB0}}{R_1} = \frac{8 - 0,6}{3,7} = \boxed{2 \text{ mA}}$$

$$\text{b.) } U_{ki0} = U_{t2} + \alpha I_{E0} R_2 = -12 + 0,99 \cdot 2 \cdot 4 = \boxed{-4,08 \text{ V}}$$

$$\text{c.) } r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 26 \Omega \quad \frac{u_{ki}}{u_g} = \alpha \frac{R_2}{r_d} = 0,99 \frac{4}{0,026} = \boxed{152,3}$$

$$\text{d.) } R_{be} = R_1 \times r_d = \boxed{25,8 \Omega} \quad R_{ki} = R_2 = \boxed{4 \text{ k}\Omega}$$

## iMsc feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = 500 \Omega, R_2 = 3 \text{ k}\Omega, R_3 = 5,7 \text{ k}\Omega, R_6 = 12 \text{ k}\Omega,$$

$$R_4 = 60 \text{ k}\Omega, R_5 = 180 \text{ k}\Omega, I_0 = 2 \text{ mA},$$

$$T_1: \text{ n-p-n tranzisztor, } \beta_1 = B_1 \rightarrow \infty, U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, C \rightarrow \infty,$$

$$T_2, T_3: \text{ p-n-p tranzisztor, } \beta_2 = B_2 = \beta_3 = B_3 \rightarrow \infty, U_{EB0} = 0,6 \text{ V},$$

a.) A visszacsatolás típusa?

b.)  $I_{E01} = ?$ ,  $I_{E02} = ?$ ,  $I_{E03} = ?$ ,  $R_7 \rightarrow \infty$ ,

c.)  $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ ,  $r_{d1} = 13 \Omega$ ,  $r_{d2} = r_{d3} = 26 \Omega$ ,  $R_7 \rightarrow \infty$ ,

## Megoldás:

a.) A visszacsatolás típusa?

A visszacsatolás:

Negatív, mert az első fokozat fázist fordít, a második(diff.er.) meg nem.

Párhuzamos, mert a bemenő jel és a visszacsatolt jel azonos elektródán.

Feszültség v.cs., mert ha  $R_t = 0$ ,  $u_{ki} = 0$  és ekkor a visszacsatoló jel is zérus.

b.)  $I_{E01} = ?$ ,  $I_{E02} = ?$ ,  $I_{E03} = ?$ ,  $R_7 \rightarrow \infty$ ,

$$u_{be} = 0 \quad U_t = U_{BE0} + I_{E01} R_3 \Rightarrow I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_3} = \frac{11,4}{5,7} = 2 \text{ mA}$$

$$U_{B02} = U_t - I_{C01} R_2 = 12 - 2 * 3 = 6 \text{ V} \quad U_{B03} = 2U_t \frac{R_5}{R_5 + R_4} - U_t = 24 \frac{180}{240} - 12 = 6 \text{ V}$$

$$\text{Mivel } U_{B02} = U_{B03}, \text{ ezért: } I_{E02} = I_{E03} = \frac{I_0}{2} = 1 \text{ mA}$$

c.)  $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ ,  $r_{d1} = 13 \Omega$ ,  $r_{d2} = r_{d3} = 26 \Omega$ ,  $R_7 \rightarrow \infty$

$R_{be} \rightarrow \infty$  (mert  $\beta_1 \rightarrow \infty$ ) nincs bemeneti és a két fokozat közötti leosztás (mert  $\beta_2 \rightarrow \infty$ )

$$R_{ki} = R_6 = 12 \text{ k}\Omega$$

$$A_1 = \frac{u_2}{u_{be}} = \left( -\frac{R_2}{r_{d1} + R_3} \right) = -\frac{3}{5,713} = -0,525$$

$$A_2 = \frac{u_{ki}}{u_2} = \frac{R_6}{r_{d2} + r_{d3}} = \frac{12000}{52} = 230,8$$

$$A_{ii} = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_2 = -121,1$$