

Elektronika 1.	1. vizsga	2017. 12. 20.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	iMsc
Név:		Neptun:							

### 1. Feladat

Rajzoljon le egy egyszerű, de működőképes differenciál erősítőt, mely

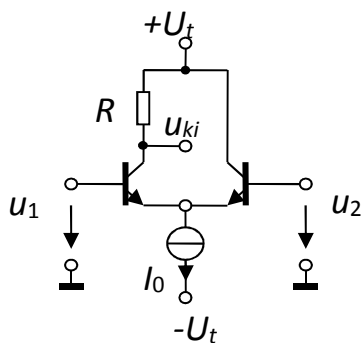
- véges  $\beta$  paraméterű, npn tranzisztorpárt tartalmaz,
- munkapont beállításra ideális áram- és feszültség forrásokat használjon,
- legyen egy ellenállás az áramkörben, melyen a kimenő feszültséget értelmezzük.

Az Ön által adott erősítőnek határozza meg

- a differenciális feszültség erősítését,
- a és közös módusú feszültség erősítését,
- a bemeneti differenciális ellenállását!

Rajzoljon le egy földelt kollektoros bemeneti fokozattal megnövelt bemenő ellenállású differenciál erősítőt!

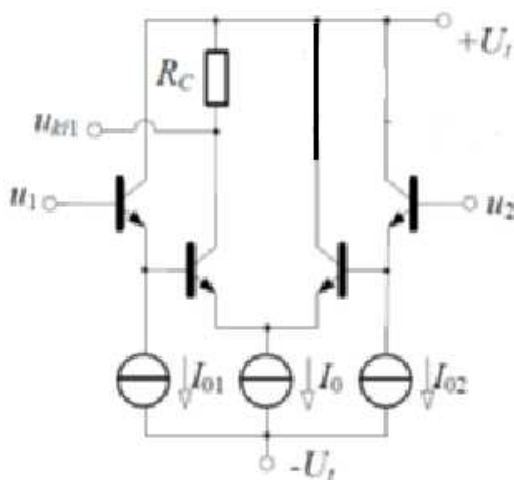
Megoldás:



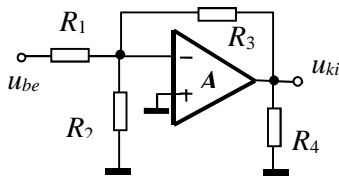
$$A_D = -\frac{R}{2r_d} = -\frac{RI_0}{4U_T} = -\frac{RI_0q}{4kT}$$

$$A_K = 0$$

$$R_{bed} = 2(1 + \beta)r_d$$



## 2. Feladat



$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega, R_2 = 3 \text{ k}\Omega, R_3 = 6 \text{ k}\Omega, R_4 = 3 \text{ k}\Omega,$$

- Határozza meg a  $K = u_{ki}/u_{be}$  kijelű feszültség erősítést, ha a műveleti erősítő ideális,  $A = \infty$ !
- Határozza meg az áramkör  $R_{ki}$  és  $R_{be}$  ki- és bemenő ellenállását, ha a műveleti erősítő ideális, azaz  $A = \infty$ !
- Mekkora a műveleti erősítő bemeneti offset feszültség abszolút értéke ( $|U_{offbe}| = ?$ ), ha  $A = \infty$  és a kimeneti nullponti hibafeszültség  $U_{ki0} = 200\text{mV}$  ?
- Rajzolja le az  $u_{ki}/u_{be}$  feszültség transzfer függvényhez tartozó amplitúdó - frekvencia karakterisztika töréspontos Bode diagramját a töréspont, és az aszimptóták meredekségének illetve értékének meghatározásával, ha a műveleti erősítő differenciális erősítése:  $A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)}$ , ahol  $A_0 = 10^6$ ;  $\omega_1 = 5\text{r/s}$ !

### Megoldás:

$$\text{a.) } K_{A=\infty} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} \Bigg|_{A=\infty} = -\frac{R_3}{R_1} = -2$$

- b.)  $R_{ki} = 0$ , mert az ideális műveleti erősítő kimenő impedanciája nulla.

$$U^- = 0 = U_{R1} \rightarrow R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{R_1 i_{be}}{i_{be}} = R_1 = 3\text{k}\Omega$$

$$\text{c.) } u^+ = u^- = U_{offbe} \rightarrow U_{ki0} = U_{offbe} \left(1 + \frac{R_3}{R_1 \times R_2}\right) = U_{offbe} \left(1 + \frac{6}{1,5}\right) = 200\text{mV} \rightarrow U_{offbe} = 40\text{mV}$$

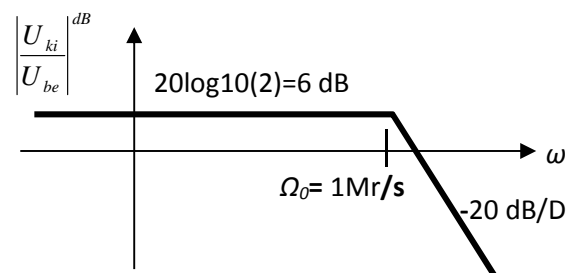
- d.) Visszacsatolt erősítés a műveleti erősítő egy pólusa esetén:

$$K(s) = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = K_{A=\infty} \frac{\beta A(s)}{1 + \beta A(s)} = K_{A=\infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + \beta A_0)\omega_1}} = K_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$$

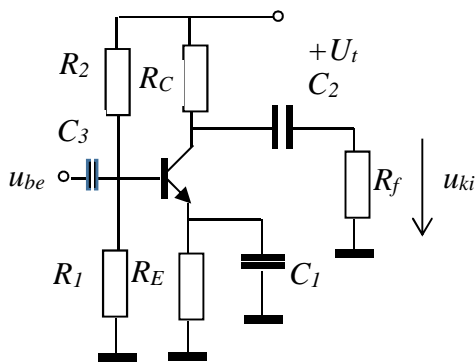
$$\text{ahol } \beta = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_3} = \frac{1,5}{7,5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$K_0(s) = K_{A=\infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \cong K_{A=\infty} = -2$$

$$\omega_0 = (1 + \beta A_0)\omega_1 \cong \beta A_0 \omega_1 = 10^6 \text{ r/s} = 1\text{Mr/s}$$



### 3. Feladat



$$R_E = R_C = R_f = 5 \text{ k}\Omega$$

$$U_t = 20 \text{ V}, C_1 \rightarrow \infty, C_2 \rightarrow \infty$$

Tranzisztor:

áramerősítés:

$$A = 1, (B = \infty)$$

bázis-emitter nyitó feszültség:

$$U_{BE0} = 0.6 \text{ V}$$

kollektor- emitter maradék feszültség:

$$U_m = 1 \text{ V}$$

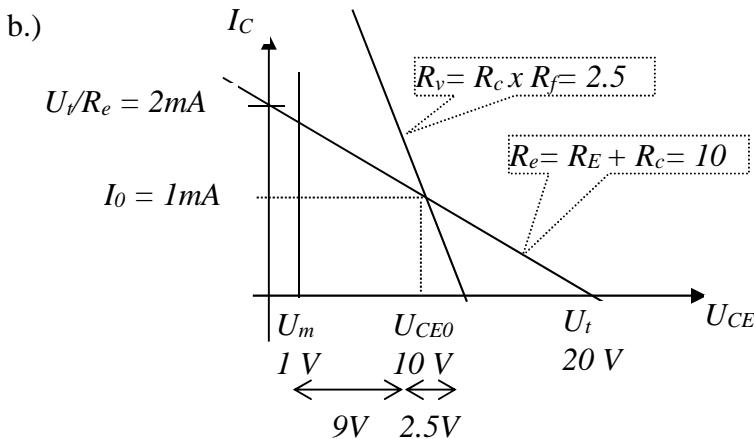
emitter áram munkaponti értéke:

$$I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

- Határozza meg az adott munkaponti áramhoz tartozó  $R_1/R_2$  értéket!
- Középfrekvencián a kimeneti szinuszos jelnek mekkora lehet a maximális amplitúdója?
- Határozza meg a maximális, szimmetrikus kivezélhetőséghez tartozó munkaponti áramot!
- Mekkora a feszültség erősítés középfrekvenciás értéke?

Megoldás:

$$a.) \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_t = U_{BE0} + R_E I_{E0} \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{\frac{U_t}{U_{BE0} + R_E I_{E0}} - 1} = \frac{1}{\frac{20}{5,6} - 1} = 0,389$$



$$U_{CE}^+ = U_t - (R_E + R_C) I_0 - U_m = 9 \text{ V}$$

$$U_{CE}^- = (R_C \times R_f) I_0 = 2,5 \text{ V}$$

Váltó áramon:  $U_{ki} = U_{CE}$

Maximális kimeneti amplitúdó:

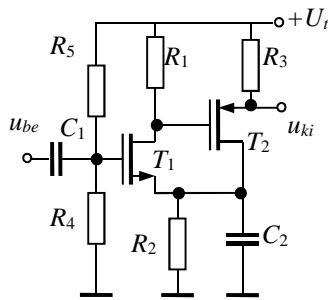
$$\min(9, 2,5) = 2,5 \text{ V}$$

$$c.) U_{CE}^+ = U_{CE}^-, \quad U_t - (R_E + R_C) I_0 - U_m = (R_C \times R_f) I_0$$

$$I_{0opt} = \frac{U_t - U_m}{R_E + R_C + R_C \times R_f} = \frac{19}{12,5} = 1,52 \text{ mA}$$

$$d.) \text{Közös emitteres erősítő: } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C \times R_f}{r_d} \Big|_{r_d = \frac{U_T}{I_{E0}}} = -\frac{2500}{26} = -96,15$$

#### 4. Feladat



T<sub>1</sub>: n-csatornás növekményes MOS FET,  $I_{D00} = 4 \text{ mA}$ ,  $U_p = 4 \text{ V}$   
 T<sub>2</sub>: p-csatornás növekményes MOS FET,  $I_{D00} = 4 \text{ mA}$ ,  $U_p = 4 \text{ V}$   
 $U_t = 24 \text{ V}$ ,  $R_1 = 7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = ?$ ,  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = R_5 = 100 \text{ k}\Omega$

- Mekkora T<sub>2</sub> tranzisztor  $I_{D02}$  munkaponti árama, ha T<sub>1</sub> munkaponti árama  $I_{D01} = 1 \text{ mA}$  ?
- Mekkora legyen  $R_2$  ellenállás értéke ahhoz, hogy mindkét tranzisztor munkaponti árama  $1 \text{ mA}$  legyen? ( $R_2 = ?$ , ha  $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$ )
- Mekkora lehet T<sub>1</sub> tranzisztor maximális árama ahhoz, hogy T<sub>2</sub> tranzisztoron még ne folyjon áram? (max  $I_{D1} = ?$ , ha  $I_{D2} = 0$ )
- $u_{be} = 0$  esetén, melyik tranzisztornak nagyobb a disszipációs teljesítménye, feltéve, hogy mindkét munkaponti áram  $1 \text{ mA}$ ?

#### Megoldás:

$$\text{a.) } R_1 I_{D01} = R_3 I_{D00} \left( \frac{U_{SG02} - U_p}{U_p} \right)^2 + U_{SG02} \rightarrow$$

$$U_{SG02}^2 - 4U_{SG02} - 12 = 0 \rightarrow U_{SG02} = 6 \text{ V} \rightarrow I_{D02} = 1 \text{ mA}$$

$$\text{b.) } U_{G01} = \frac{R_4}{R_5 + R_4} U_t = 12 \text{ V}, \quad I_{D01} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS01} - U_p}{U_p} \right)^2 \rightarrow U_{GS01} = 6 \text{ V} \rightarrow$$

$$U_{G01} = U_{GS01} + R_2 (I_{D01} + I_{D02}) \quad R_2 = \frac{U_{G01} - U_{GS01}}{I_{D01} + I_{D02}} = \frac{12 - 6}{2} = 3 \text{ k}\Omega$$

$$\text{c.) } R_1 I_{D1} = R_3 I_{D2} + U_{SG2}, \quad I_{D2} = I_{D00} \left( \frac{U_{SG2} - U_p}{U_p} \right) = 0, \rightarrow U_{SG2} \leq U_p$$

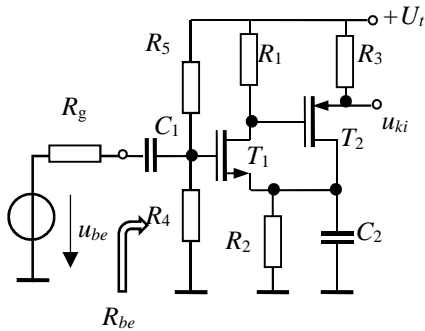
$$\max I_{D1} \Big|_{I_{D2} = 0} = \frac{\max U_{SG2}}{R_1} = \frac{4}{7} = 0,57 \text{ mA}$$

$$\text{d.) } U_{DS01} = U_t - R_1 I_{D01} + R_2 (I_{D01} + I_{D02}) = 24 - 7 \cdot 1 - 3 \cdot 2 = 11 \text{ V}$$

$$U_{SD02} = U_t - R_3 I_{D02} + R_2 (I_{D01} + I_{D02}) = 24 - 1 \cdot 1 - 3 \cdot 2 = 15 \text{ V}$$

$$P_{Dir1} = U_{DS01} I_{D01} = 11 \text{ mW} < P_{Dir2} = U_{SD02} I_{D02} = 15 \text{ mW}$$

## 5. Feladat



$T_1, T_2$  paramétereit:

$$I_{D00} = 4 \text{ mA}, U_p = 4 \text{ V}, I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$$

$$U_t = 24 \text{ V}, R_1 = 7 \text{ k}\Omega, R_2 = 3 \text{ k}\Omega, R_3 = 1 \text{ k}\Omega,$$

$$R_4 = R_5 = 100 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

Határozza meg az alábbi kisjelű erősítő paramétereit:

a.)  $R_{be} = ?$ , ha  $C_1 = \infty$  és  $C_2 = \infty$

b.)  $u_{ki}/u_{be} = ?$ , ha  $C_1 = \infty$  és  $C_2 = \infty$

c.)  $R_{ki} = ?$ , ha  $C_1 = \infty$  és  $C_2 = \infty$

d.) Határozza meg az erősítő alsó határfrekvenciáját, ha  $C_1 = 1 \text{ }\mu\text{F}$  és  $C_2 = \infty$  !

## Megoldás:

a.)  $R_{be} = R_5 \times R_4 = 50 \text{ k}\Omega$

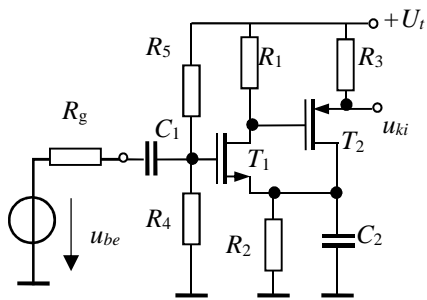
b.) A tranzisztorok munkaponti meredekségei:  $S_1 = 2 \frac{I_{D01}}{U_{GS01} - U_p} = 1 \text{ mS} = S_2$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \right) (-S_1 R_1) \left( \frac{R_3}{\frac{1}{S_2} + R_3} \right) = -\frac{50}{60} \cdot 7 \cdot \frac{1}{2} = -2,92$$

c.)  $R_{ki} = R_3 \times \frac{1}{S_2} = 1 \times 1 = 500 \Omega$

d.)  $\omega_a = \frac{1}{(R_g + R_{be})C_1} = \frac{1}{60 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = \frac{100}{6} = 16,67 \text{ rad/sec}$

## IMsc . Feladat



$T_1, T_2$  paraméterei:

$$I_{D00} = 4 \text{ mA}, U_p = 4 \text{ V}, I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$$

$$U_i = 24 \text{ V}, R_1 = 7 \text{ k}\Omega, R_2 = 3 \text{ k}\Omega, R_3 = 1 \text{ k}\Omega,$$

$$R_4 = R_5 = 100 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

Határozza meg az alábbi kisjelű erősítő paramétereit:

**a.)**  $u_{ki}/u_{be} = ?$ , ha  $C_1 = \infty$  és  $C_2 = 0$

**b.)** Határozza meg az erősítő alsó határfrekvenciáját, ha  $C_1 = \infty$  és  $C_2 = 1 \text{ }\mu\text{F}$  !

Megoldás: