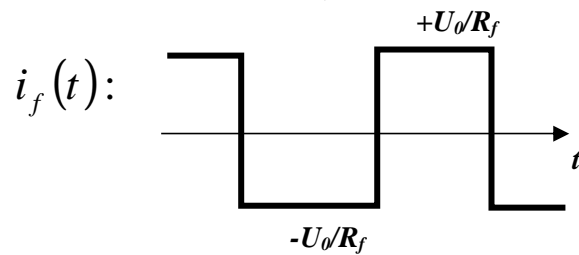
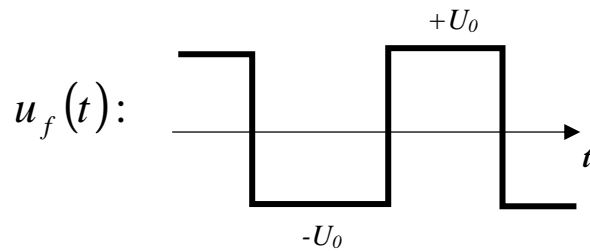
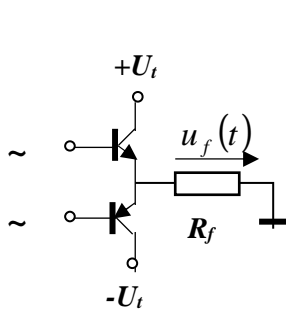


<b>Elektronika 1.</b>	<b>vizsga</b>	<b>2017. 05. 26.</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5</b>	<b>Σ</b>
Név:	Neptun:							

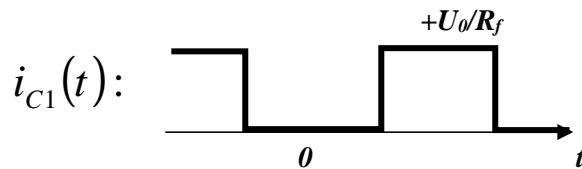
**1. feladat** Rajzoljon le egy „B” osztályú, ellenütemű, komplementer tranzisztorokból felépülő teljesítményfokozatot! Mutassa meg, hogy az Ön által megadott áramkörben az egyik tranzisztor  $P_{D1tr}$  disszipációs teljesítménye hogyan függ a kimeneten megjelenő szimmetrikus,  $\pm U_0$  feszültségű négyszögjel  $U_0$  feszültség amplitúdójától! Adja meg a  $P_{D1tr}(U_0)$  függvényt és ábrázolja. Határozza meg azt az  $U_{0m}$  kimeneti kivezérlési értéket, melynél maximális a tranzisztorok disszipációja!

**Megoldás:**

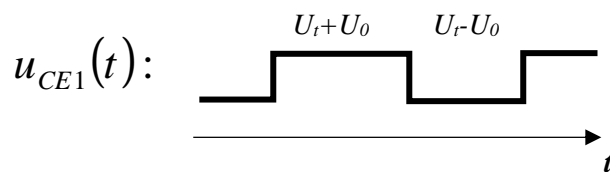


$$P_{D1tr} = \overline{u_{CE1}(t)i_{C1}(t)} =$$

$$= \frac{1}{2} \left( (U_t + U_0)0 + (U_t - U_0) \frac{U_0}{R_f} \right)$$

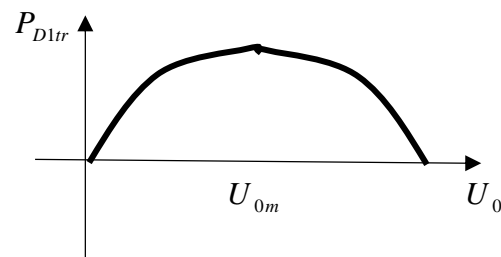


$$P_{D1tr}(U_0) = \frac{U_t}{2R_f} U_0 - \frac{1}{2R_f} U_0^2$$

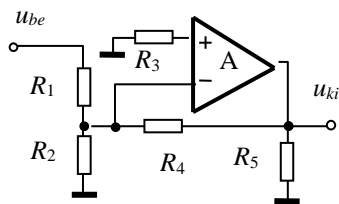


$$\frac{U_t}{2R_f} = \frac{1}{R_f} U_0$$

$$U_{0m} = \frac{U_t}{2}$$



## 2. feladat



$$R_1 = 4 \text{ k}\Omega, R_2 = 4 \text{ k}\Omega, R_3 = 1,6 \text{ k}\Omega, R_4 = 8 \text{ k}\Omega, R_5 = 4 \text{ k}\Omega,$$

a.) Határozza meg az  $u_{ki}/u_{be}$  feszültség erősítést, ha a műveleti erősítő ideális,  $A = \infty$ !

b.) Mekkora a kimeneti hibafeszültség, ha  $A = \infty$  és a műveleti erősítő bemeneti offset feszültség  $U_{offbe}=10\text{mV}$ !

c.) Határozza meg az áramkör  $R_{ki}$  és  $R_{be}$  ki- és bemenő ellenállását, ha a műveleti erősítő ideális, azaz  $A = \infty$ !

d.) Mekkora az  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$  feszültség erősítés felső (3 dB-es) határfrekvenciája, ha  $A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}$

$$\text{ahol } A_0 = 5 \cdot 10^5, \omega_0 = 5 \text{ r/s ?}$$

### Megoldás:

$$\text{a.) } i_{R3} = 0 \rightarrow u^+ = u^- = 0 \rightarrow i_{R2} = 0 \rightarrow i_{R1} = i_{R2} \rightarrow \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_4}{R_1} = -2$$

$$\text{b.) } u^+ = u^- = U_{offbe} \rightarrow u_{kihiba} = U_{offbe} \left( 1 + \frac{R_4}{R_1 \times R_2} \right) = 10 \left( 1 + \frac{8}{2} \right) = 50 \text{ mV}$$

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

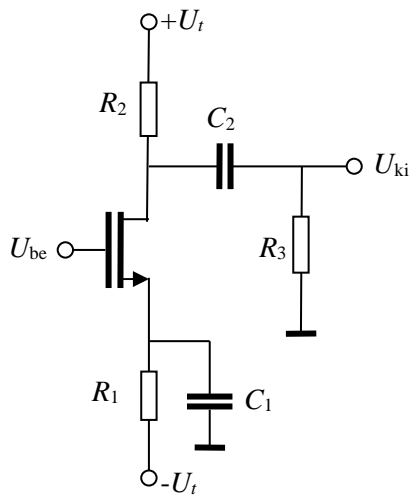
$$u^- = 0 = u_{R2} \rightarrow R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{R_1 i_{be}}{i_{be}} = R_1 = 4 \text{ k}\Omega$$

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

$$\left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}} = \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + A_0 \beta) \omega_0}}$$

$$\text{ahol } \beta = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_4} = \frac{4 \times 4}{4 \times 4 + 8} = 0,2 \rightarrow \omega_h = (1 + A_0 \beta) \omega_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ r/s} = 0,5 \text{ Mr/s}$$

### 3. feladat



A növekményes MOS tranzisztor paraméterei:

$$U_p = 4 \text{ V}, \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}$$

$$U_t = 15 \text{ V}, \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 10 \text{ k}\Omega, \quad C_1, C_2 \rightarrow \infty$$

- $R_1 = ?$ , ha  $I_{S0} = 1 \text{ mA}$  és  $U_{be} = 0$  ?
- $U_{DS}^- = ?$ , ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?
- $U_{DS}^+ = ?$ , ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?
- Mekkora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?

### Megoldás:

$$a) \quad I_{S0} = I_{D0}, \quad I_{D0} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS0} - U_p}{U_p} \right)^2, \quad \text{azaz} \quad 1 = 4 \left( \frac{U_{GS0} - 4}{4} \right)^2 \rightarrow U_{GS0} = 6 \text{ V}$$

$$U_{GS0} + I_{S0} R_1 = U_t \quad \rightarrow \quad R_1 = \frac{U_t - U_{GS0}}{I_{S0}} = \frac{15 - 6}{1} = 9 \text{ k}\Omega$$

- b) A drain-source kapu egyenáramú lezárása Thevenin helyettesítő képének paraméterei:

$$R_e = R_1 + R_2 = 50 \text{ k}\Omega, \quad U_e = 2 U_t = 30 \text{ V}$$

$$\text{és karakterisztikája: } U_{DS} = U_e - R_e I_D$$

$$U_{DS0} = 30 - 12,5 = 17,5 \text{ V}$$

A váltóáramú lezárás karakterisztikája:  $\Delta U_{DS} = -R_v \Delta I_D$ ,  $R_v = R_2 \times R_3 = 5 \text{ k}\Omega$

$$U_{DS}^- = R_v I_{D0} = 5 \cdot 0,25 = 1,25 \text{ V}$$

$$c) \quad U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_h, \quad \text{ahol } U_h = U_{GS} \text{ az } I_D = I_{D00} \left( \frac{U_{GS}}{U_p} \right)^2 \text{ parabola és az}$$

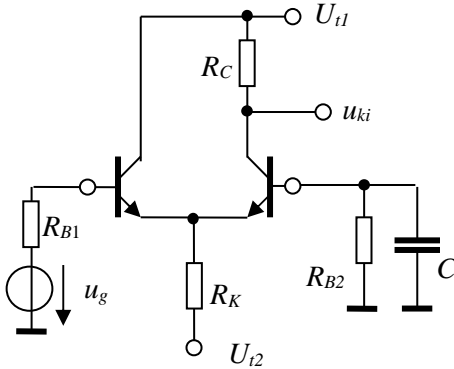
$$I_D - I_{D0} = -R_v (U_{GS} - U_{GS0}) \text{ egyenes metszéspontja: } 4 \left( \frac{U_h}{4} \right)^2 = \frac{1}{4} - 5(U_h - 17,5)$$

$$U_h^2 + 20U_h - 351 = 0 \quad \rightarrow \quad U_h = 11,34 \text{ V} \quad \rightarrow \quad U_{DS}^+ = 17,5 - 11,34 = 6,16 \text{ V}$$

d.) Kimeneti kivezélhetőség:  $U_{ki} = U_{DS}$

$$\text{szimmetrikus kimeneti kivezélhetőség: } U_{ki \max} = \min(U_{ki}^+, U_{ki}^-) = \underline{\underline{1,25 \text{ V}}}$$

#### 4. feladat



$T_1 \equiv T_2$ : n-p-n tranzisztorok,  $\beta_1 = \beta_2 = 99$ ,  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  
 $U_{t1} = 15 \text{ V}$ ,  $U_{t2} = -10 \text{ V}$ ,  $C \rightarrow \infty$   
 $R_K = 9,4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{B1} = R_{B2} = 1 \text{ k}\Omega$

a.) Határozza meg a tranzisztorok munkaponti emitter áramának pontos értékét!

b.) Határozza meg a differenciál erősítőnek a differenciális erősítését, ha  $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$ ! ( $A_D = ?$ )

c.) Határozza meg a differenciál erősítőnek a közös módusú erősítését, ha  $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$ ! ( $A_K = ?$ )

d.) Határozza meg az  $\frac{u_{ki}}{u_g}$  feszültség erősítést, ha  $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$ ? ( $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ )

#### Megoldás:

a.)  $U_{t2} = R_{B1}(1 - A)I_{E01} + U_{BE0} + R_K(I_{E01} + I_{E02})$  szimmetria miatt:  $I_{E01} = I_{E02} = I_{E0}$

$$I_{E0} = \frac{U_{t2} - U_{BE0}}{R_{B1}(1 - A) + 2R_K} = 0,4997 \text{ mA}$$

b.)  $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 52 \Omega$        $A_D = \alpha \frac{R_C}{2r_d} = 0,99 \frac{10}{0,104} = 95,23$

c.)  $A_K = -\alpha \frac{R_C}{2R_K + r_d} = -0,525$

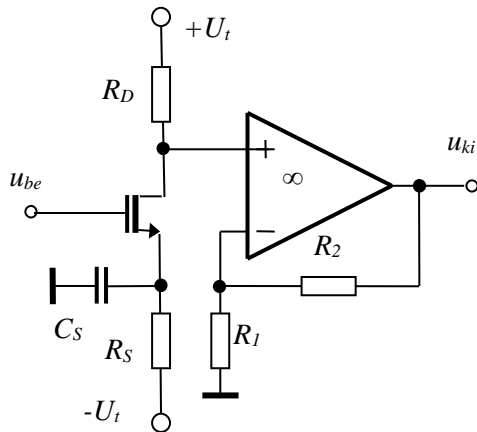
d.) T2 emitterén:  $R_{be2} = r_{d2} = 52 \Omega$ ,

T1 bázisán:  $R_{be1} = (1 + \beta)(r_{d1} + R_K \times R_{be2}) = 100(52 + 51,7) = 10,37 \text{ k}\Omega$

bemeneti leosztás, földelt kollektoros fokozat, földelt bázisú fokozat eredője:

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_{be1}}{R_{B1} + R_{be1}} \frac{R_K \times R_{be2}}{r_{d1} + R_K \times R_{be2}} \left( \alpha_2 \frac{R_C}{r_{d2}} \right) = 0,9121 \cdot 0,4986 \cdot 190,38 = 86,58$$

## 5. feladat



$$R_1 = R_2 = 10 \text{ kohm}, \quad R_S = R_D = 7 \text{ kohm}$$

$$U_t = 10 \text{ V}, \quad C_S = 2 \text{ }\mu\text{F}$$

A műveleti erősítő ideális.

A növekményes MOSFET figyelembe veendő adatai:  $U_p = 2 \text{ V}$ ,  $I_{D00} = 4 \text{ mA}$ ,

transzfer karakterisztikája (elzáródásos

$$\text{tartományban): } i_D = I_{D00} \left( \frac{u_{GS} - U_p}{U_p} \right)^2$$

munkaponti drain árama:  $I_{D0} = 1 \text{ mA}$

- Mekkora a kimeneti feszültség  $U_{ki0}$  munkaponti értéke?
- $u_{be} = 0$  esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?
- Mekkora az  $u_{ki}/u_{be}$  egyenáramú, kisjelű feszültség erősítés értéke?
- Mekkora az  $u_{ki}/u_{be}$  váltóáramú feszültség erősítés középfrekvenciás értéke? Jellegre helyesen rajzolja fel a feszültségátvitel töréspontos Bode-diagramját!

### Megoldás:

- Mekkora a kimeneti feszültség  $U_{ki0}$  munkaponti értéke?

$$U_{D0} = U_t - R_D I_{D0} = 10 - 7 \cdot 1 = 3 \text{ V}, \quad U_{ki0} = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) U_{D0} = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$$

- $u_{be} = 0$  esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?

$$P_{D, tr} = \overline{i_D(t) u_{DS}(t)} = I_{D0} U_{DS0} = I_{D0} (2U_t - I_{D0} (R_D + R_S)) = 1 \cdot 6 = \underline{\underline{6 \text{ mW}}}$$

- Mekkora az  $u_{ki}/u_{be}$  egyenáramú, kisjelű feszültség erősítés értéke?

A tranzisztor munkaponti meredeksége:  $S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_p} = 2 \text{ mS}$

$C_S$  szakadás:  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{SR_D}{1 + SR_S} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = -\frac{2 \cdot 7}{15} \cdot 2 = \underline{\underline{-1,867}}$

- Mekkora az  $u_{ki}/u_{be}$  váltóáramú feszültség erősítés középfrekvenciás értéke?

$C_S$  rövidzár:  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -SR_D \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = -2 \cdot 7 \cdot 2 = \underline{\underline{-28}}$

Jellegre helyesen rajzolja fel a feszültségátvitel töréspontos Bode-diagramját!

Az erősítés kisfrekvenciás aszimptótája :  
 $20 \log_{10} (1,865) = 5,42 \text{ dB}$

Az erősítés nagyfrekvenciás aszimptótája :  
 $20 \log_{10} (28) = 28,94 \text{ dB}$

