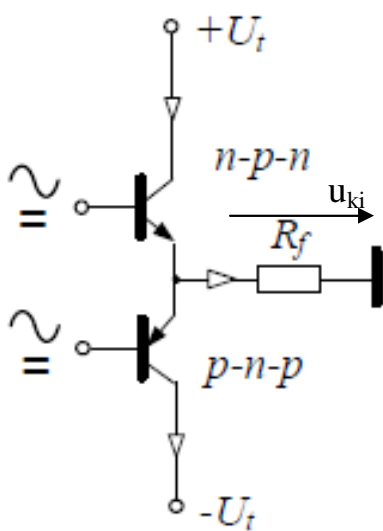


Elektronika 1.	vizsga	2015. 01. 14.	1.	2.	3.	4.	5	$\Sigma$
Név:		Neptun:						

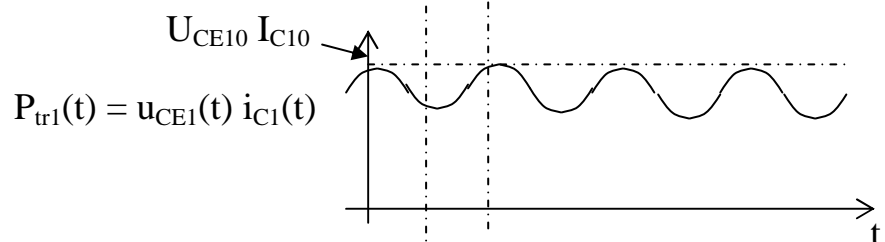
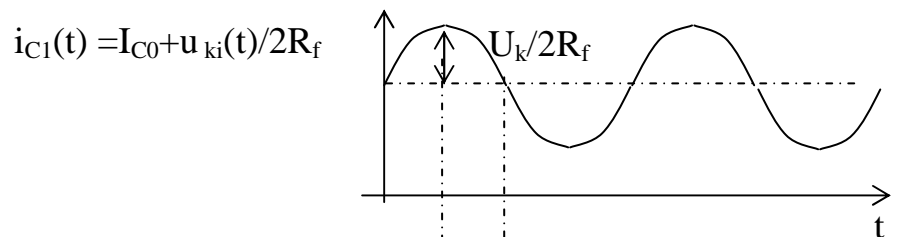
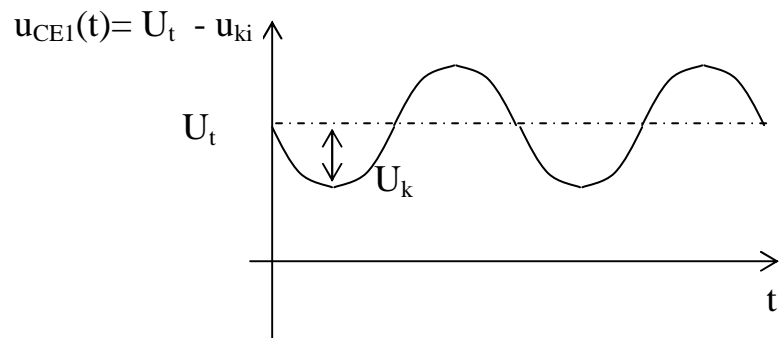
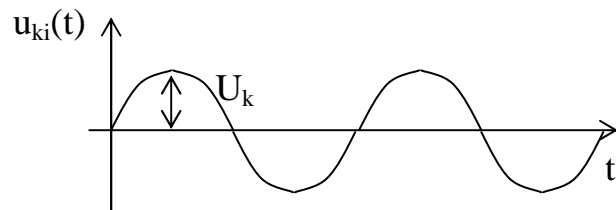
1. Rajzolja le a bipoláris, komplementer tranzisztorokból felépülő ellenütemű végfokozatot! Feltételezzük, hogy a végfokozat „A” osztályú és a kimeneti jel  $U_k$  amplitúdójú szinuszos feszültség,  $u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$ . Mekkora  $U_k$  lehetséges maximális értéke, hogyan függ a telepfeszültségtől, 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:

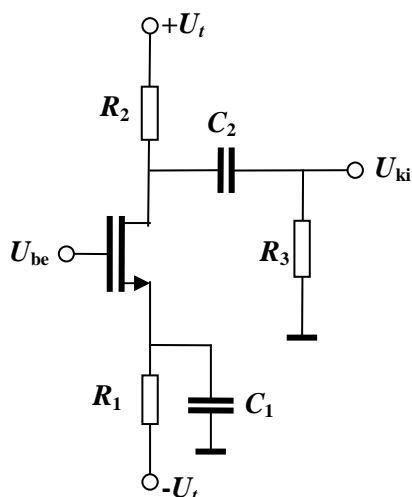


$$u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$$

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



2.



A növekményes MOS tranzisztor paraméterei:

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

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

a)  $R_1 = ?$ , ha  $I_{S0} = 1 \text{ mA}$  és  $U_{be} = 0$  ?b)  $U_{DS}^- = ?$ , ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?c)  $U_{DS}^+ = ?$ , ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?d) Mekora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$  és  $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$  ?**Megoldás:**

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

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

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

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

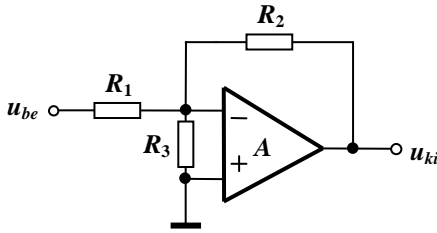
$$U_h^2 + 20U_h - 351 = 0 \quad \rightarrow \quad U_h = 11,34 \text{ V} \quad \rightarrow \quad U_{DS}^+ = 17,5 - 11,34 = 6,16 \text{ V}$$

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

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

3.

Az ellenállások:  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$ .



A műveleti erősítő véges frekvencia függő differenciális erősítése:  $A(s) = \frac{A_0}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$ , ahol  $A_0 = 3 \cdot 10^5$ ,  $\omega_0 = 10 \text{ rad/sec}$ .

a)  $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = ?$  ha  $R_3$  és a műveleti erősítő ideális ( $A = \infty$ )?

b) Mekkora a  $U_{ki}$  hibakimeneti hibafeszültség, ha a műveleti erősítő bemeneti offset feszültsége  $U_{off\ be} = 2 \text{ mV}$  és egyébként a műveleti erősítő ideális ( $A = \infty$ )?

c) Mekkora a visszacsatolt erősítő  $H = A \cdot \beta$  hurokerősítése, ha  $A = 3 \cdot 10^5$ ?

d) Mekkora az  $\frac{U_{ki}}{U_{be}}$  feszültségerősítés felső (3 dB-es) határfrekvenciája, ha  $A(s) = \frac{A_0}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$ ,

ahol  $A_0 = 3 \cdot 10^5$ ,  $\omega_0 = 10 \text{ rad/sec}$ .

## Megoldás:

a)  $U^+ = 0$  és  $A = \infty \rightarrow U^- = 0 \rightarrow I_{R3} = 0 \rightarrow IR_1 = IR_2 \rightarrow \frac{U_{ki}}{U_{be}} = -\frac{R_2}{R_1} = -4,5$

b)  $u_{be} = 0$ ,

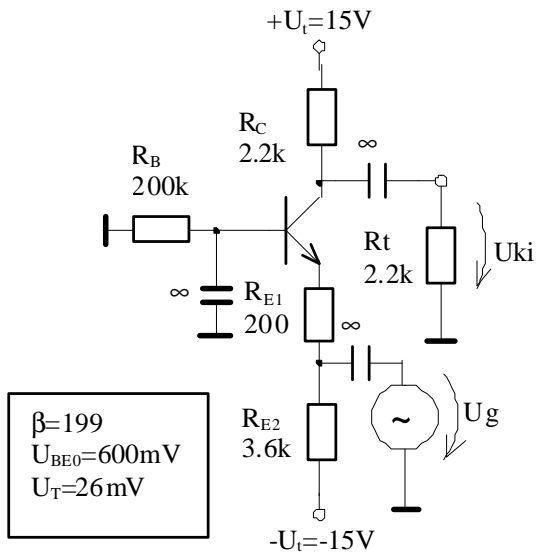
$$U^+ = U_{offbe} \rightarrow U^- = U_{offbe}, \rightarrow I_{R3} = \frac{U_{offbe}}{R_3}, I_{R1} = \frac{U_{offbe}}{R_1}, I_{R2} = I_{R1} + I_{R3}$$

$$U_{ki\ hibakimenet} = U_{offbe} + R_2 \left( \frac{U_{offbe}}{R_1} + \frac{U_{offbe}}{R_3} \right) = U_{offbe} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1 \times R_3} \right) = 2 \left( 1 + \frac{9}{1} \right) = 20 \text{ mV}$$

c)  $\beta = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 \times R_3 + R_2}$ ,  $H = A\beta = 3 \cdot 10^5 \frac{2 \times 2}{2 \times 2 + 9} = 3 \cdot 10^4$

d)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} \Bigg|_{A = \infty} \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + A_0 \beta) \omega_0}} \rightarrow \boxed{\omega_{hatar} = (1 + A_0 \beta) \omega_0 \cong 3 \cdot 10^5 \text{ rad/sec}}$

4.



a) Mekkora a tranzisztor  $I_{E0}$  munkaponti emitter árama?

b) Mekkora a tranzisztor disszipációja  $U_g = 0$  esetén, ha feltételezzük, hogy  $B = 0$  ?

c) Mekkora a középfrekvenciás erősítés?  $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = ?$

d) Mekkora a középfrekvenciás  $R_{be}$  bemenő ellenállás?

## Megoldás:

a.)

$$I_{E0} = \frac{|-U_t| - U_{BE0}}{R_{E1} + R_{E2} + \frac{R_B}{\beta + 1}} = \frac{14.6}{3.8 + 1} = 3mA, \Rightarrow r_d = 8.71\Omega$$

b.)  $U_g = 0 \rightarrow$  csak egyenáram.  $B = 0 \rightarrow$  nincs bázis áram,  $I_{E0} = I_{C0}$ :

$$P_{tr} = U_{CE0} I_{E0} = (2U_t - (R_C + R_{E2} + R_{E1}) I_{E0}) I_{E0} = (30 - 3(2,2 + 0,2 + 3,6)) 3 = 36mW$$

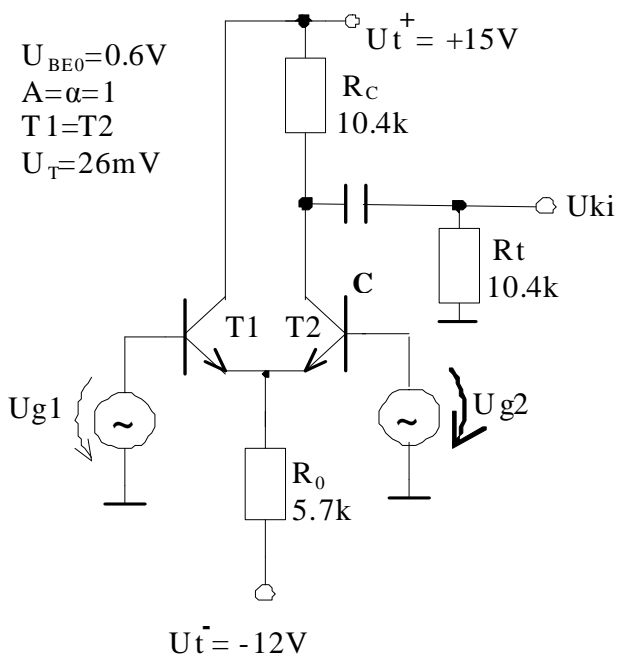
c.)

$$I_{E0} = 3mA, \Rightarrow r_d = 8.71\Omega$$

$$A_u = \frac{\alpha(R_C \times R_t)}{r_d + R_{E1}} = \frac{0.995 \cdot 1100}{208.71} = 5.244$$

d.)  $R_{be} = R_{E2} \times (R_{E1} + r_d) = 197,3\Omega$

5.



A tranzisztorok egyformák!

- Mekkora a tranzisztorok munkaponti árama?
- Mekkora az  $A_D$  differenciális módusú feszültség erősítés ha  $C = \infty$ ?
- Mekkora az  $A_{KM}$  közös módusú erősítés ha  $C = \infty$ ?
- Milyen típusú (alsó vagy felső) határfrekvenciát kapunk, ha figyelembe vesszük a kimeneti csatoló kondenzátor  $C = 10 \mu\text{F}$  értékét? Mekkora a határfrekvecia értéke?

**Megoldás:**

$$\text{a) } I_0 = \frac{|U_t^-| - U_{BE0}}{R_0} = \underline{2\text{mA}}; \quad I_{E01} = I_{E02} = 1\text{mA}; \quad r_d = 26\Omega;$$

$$\text{b) } A_D = \frac{R_C \times R_t}{2r_d} = \frac{5200}{52} = \underline{\underline{100}};$$

$$\text{c) } A_{KM} \cong -\frac{R_C \times R_t}{2R_0} = -\frac{5.2}{11.4} = \underline{\underline{-0.456}};$$

$$\text{d) Alsó határfrekvencia: } \omega_a = \frac{1}{C(R_C + R_t)} = \frac{1}{10^{-5} \cdot 20.8 \cdot 10^3} = 4.81 \text{rad/sec}$$