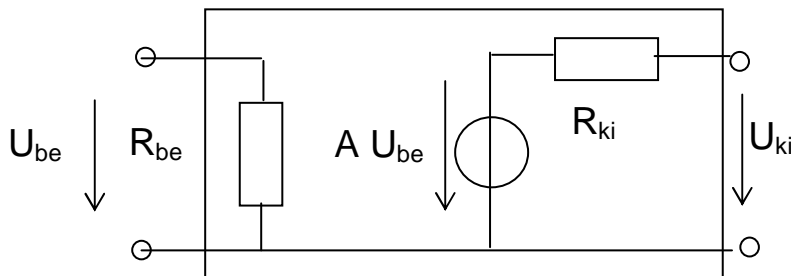
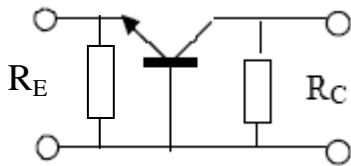
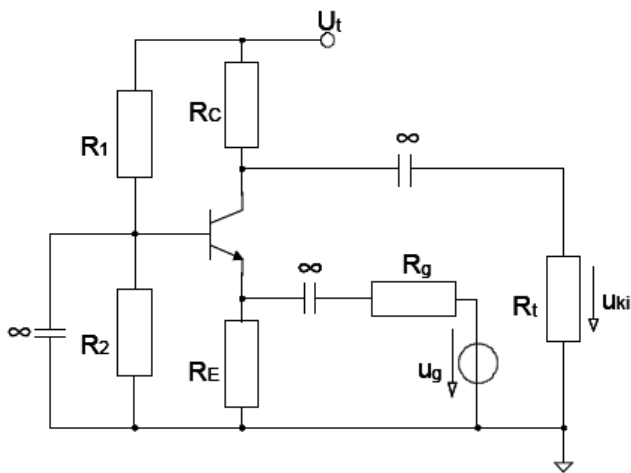


Elektronika 1.	vizsga	2016. 06. 23.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat:

Ismertesse a földelt bázisú alapkapsolást,

- áramköri rajz egytelepes munkapont beállítással, kapacitív bemeneti és kimeneti csatolással,
- a fokozat váltóáramú, de még nemlineáris helyettesítő képe,
- kisjelű, lineáris, frekvencia független, háromparaméteres (négypólusú) helyettesítő kép,
- a kisjelű, lineáris erősítő modell paraméterei mitől, hogyan függnek?

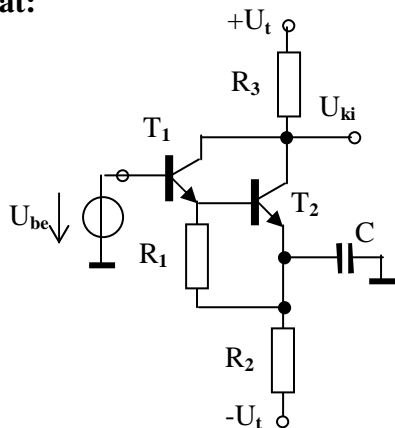


$$R_{be} = R_E \times r_d \quad r_d = \frac{U_T}{I_{E0}}$$

$$R_{ki} = R_C$$

$$A = \alpha \frac{R_C}{r_d}$$

2. feladat:



T1, T2: npn tranzisztorok, $B = \beta = \infty$, $U_{BE0} = 0.6V$
 $U_t = 10V$, $R_1 = 1.2k\Omega$, $R_2 = 4.4k\Omega$, $R_3 = 4k\Omega$

a.) T1 munkaponti emitter árama: $I_{E10} = ?$

b.) T2 munkaponti emitter árama: $I_{E20} = ?$

c.) Kisjelű feszültségerősítés: $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = ?$, ha $C = \infty$.

d.) Kisjelű feszültségerősítés: $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = ?$, ha $C = 0$.

Megoldás:

Munkapont analízis:

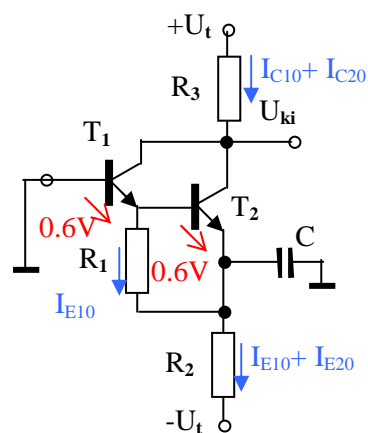
$$a.) U_{BE20} = R_1 I_{E10} \rightarrow I_{E10} = \frac{U_{BE20}}{R_1} = \frac{0.6}{1.2} = 0.5mA$$

$$\rightarrow r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26}{0.5} = 52\Omega$$

$$b.) U_t - U_{BE20} + U_{BE20} = R_2 (I_{E10} + I_{E20}) \rightarrow$$

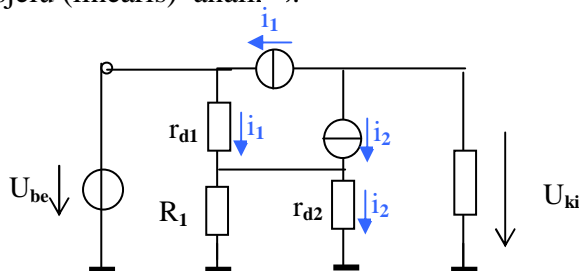
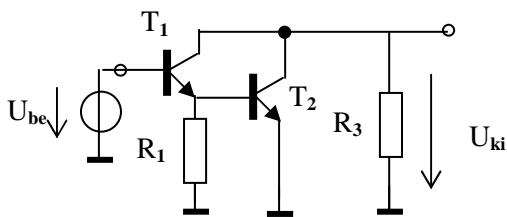
$$\rightarrow I_{E20} = \frac{U_t - U_{BE10} - U_{BE20}}{R_2} - I_{E10} = \frac{10 - 1.2}{4.4} - 0.5 = 1.5mA$$

$$\rightarrow r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26}{2} = 17.33\Omega$$



Váltóáramú,

és kisjelű (lineáris) analízis:

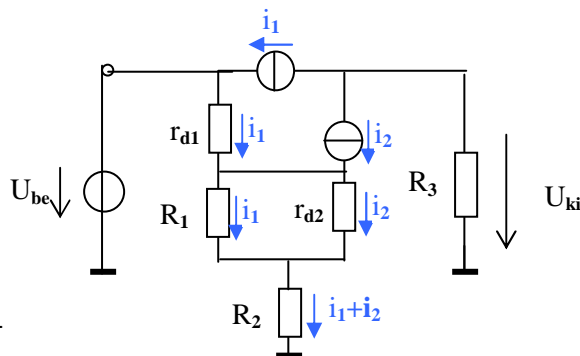


$$c.) C = \infty: i_1 = \frac{U_{be}}{r_{d1} + R_1}, \quad i_2 = \frac{R_1 i_1}{r_{d2}}, \quad U_{ki} = -R_3 (i_1 + i_2)$$

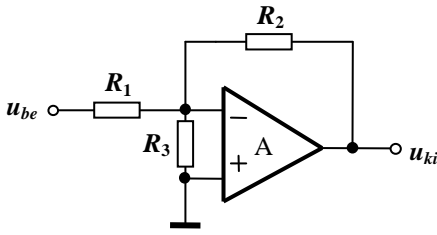
$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = -R_3 \frac{1}{r_{d1} + R_1} \left(1 + \frac{R_1}{r_{d2}} \right) = -224.4$$

$$d.) C = 0: U_{be} = (r_{d1} + R_1) i_1 + R_2 \left(1 + \frac{R_1}{r_{d2}} \right) i_1$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = - \frac{R_3 \left(1 + \frac{R_1}{r_{d2}} \right) i_1}{U_{be}} = - \frac{R_3 \left(1 + \frac{R_1}{r_{d2}} \right)}{r_{d1} + R_1 + R_2 \left(1 + \frac{R_1}{r_{d2}} \right)} = -0.9054$$



3. feladat:



$$A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)} \quad A_0 = 10^6; \quad \omega_1 = 5\text{r/s}, \quad \omega_2 = 1\text{Mr/s}$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 9 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 3 \text{ k}\Omega,$$

- a.) $u_{ki}/u_{be}=?$, ha a műveleti erősítő ideális, $A = \infty$.
 b.) $|u_{ki\text{hiba}}|=?$, ha $A = \infty$ és a bemeneti offset feszültség $U_{\text{offbe}}=10\text{mV}$!
 c.) $u_{ki}/u_{be}=?$, ha $A = A_0 = 10^6$.
 d.) Mekkora legyen R_3 értéke ahhoz, hogy az u_{ki}/u_{be} erősítés maximális lapos legyen ($\zeta=1/\sqrt{2}$)?

Megoldás:

$$\text{a.) } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_2}{R_1} = -9$$

$$\text{b.) } u^+ = u^- = U_{\text{offbe}} \rightarrow u_{ki\text{hiba}} = U_{\text{offbe}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1 \times R_3}\right) = 10 \left(1 + \frac{9}{0.75}\right) = 130\text{mV} =$$

$$\text{c.) } u^- = -u_{ki} / A \quad \frac{u_{be} - (-u_{ki} / A)}{R_1} + \frac{u_{ki} - (-u_{ki} / A)}{R_2} + \frac{0 - (-u_{ki} / A)}{R_3} = 0$$

$$\frac{u_{be}}{R_1} = -\left(\frac{u_{ki} / A}{R_1} + \frac{u_{ki} / A}{R_2} + \frac{u_{ki} / A}{R_3} + \frac{u_{ki}}{R_2}\right)$$

Másik megoldás:

$$\beta = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 \times R_3 + R_2} = \frac{0.75}{9.75} = 0.077 \quad \rightarrow \quad \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A=A_0} = \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A=\infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \cong -9$$

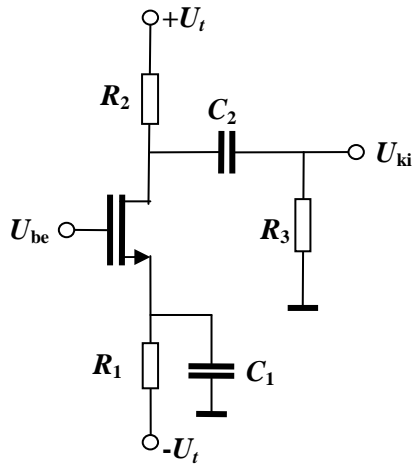
d.) Visszacsatolt erősítés a műveleti erősítő két pólusa esetén:

$$\left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)}} = \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \frac{1}{1 + 2\zeta \frac{s}{\omega_0} + \left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2}$$

$$\text{ahol } \beta = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 \times R_3 + R_2} \text{ és } \zeta = \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + \beta A_0}} \left(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} + \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}} \right) \cong \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{\beta A_0}} \sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} \Big|_{\text{max lap..}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\beta = \frac{1}{1A_0} \frac{\omega_2}{\omega_1} = 0.1 \rightarrow 0.1 = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 \times R_3 + 9} \rightarrow R_1 \times R_3 = 1 = \frac{1 \cdot R_3}{1 + R_3} \rightarrow R_3 = \infty$$

4. 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

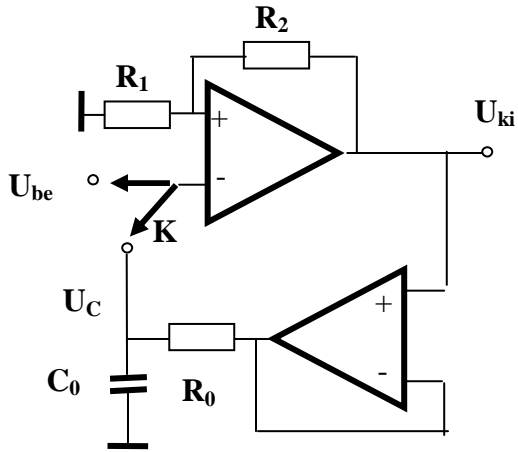
$$I_D - I_{D0} = -R_v (U_{GS} - U_{GS0}) \text{ egyenes metszéspontja: } 4 \left(\frac{U_h}{4} \right)^2 = \frac{1}{4} - 5(U_h - 17,5)$$

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

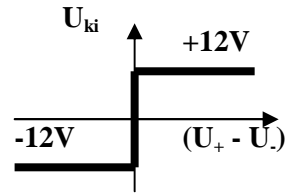
d.) Kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki} = U_{DS}$

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

5. feladat:



Az ideális komparátor és műveleti erősítő karakterisztikája:

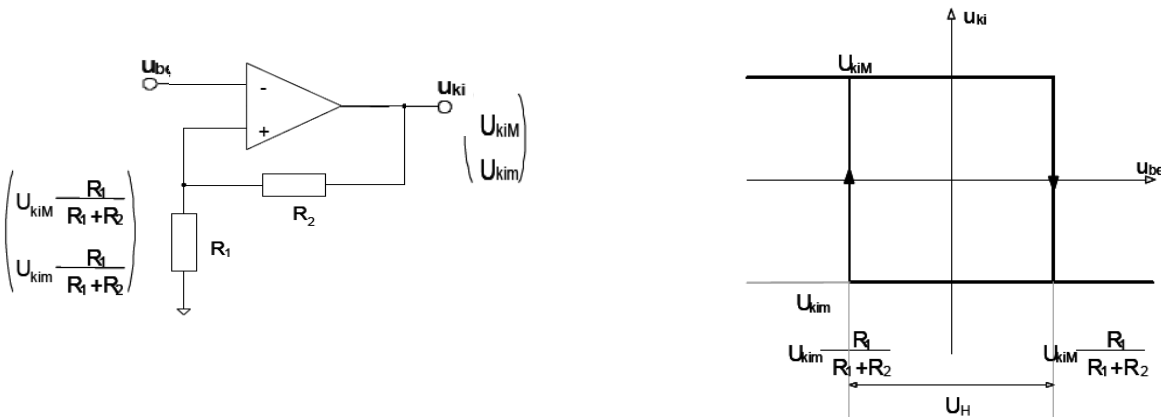


$$R_1 = R_2 = R_0 = 10 \text{ k}\Omega, C_0 = 10 \text{ nF}$$

- Rajzolja fel az $U_{ki} - U_{be}$ karakterisztikát ha a K kapcsoló U_{be} állásban van!
- Határozza meg az a.) pontbeli karakterisztika hiszterézisét!
- Rajzolja le U_{ki} és U_C feszültségek idő függvényét, ha K kapcsoló U_C állásban van!
- A K kapcsoló U_C állásában mekkora a kimenő jel frekvenciája?

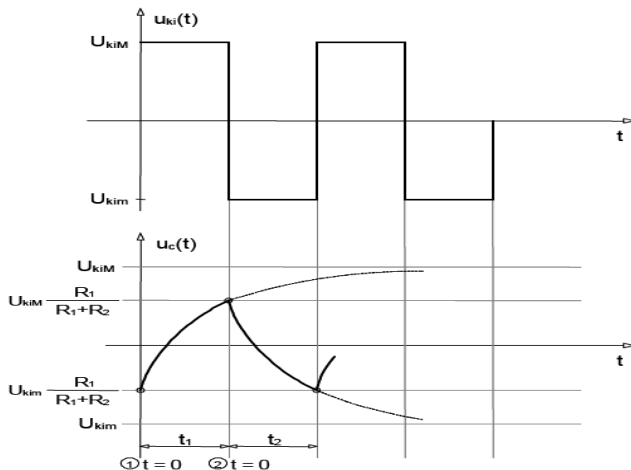
Megoldás:

a.) és b.) Fázisfordító pozitív visszacsatolású komparátor:



$$U_H = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{kiM} - U_{kim}) = \frac{10}{20} (12 - (-12)) = 12V$$

c.) d.)



$$\tau = \frac{1}{R_0 C_0} = \frac{1}{10^4 10^{-8}} = 10^{-4} = 100 \mu s$$

$$t_1 : U_{ki} = U_{kiM} = +12V$$

$$6 = -6 + (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})(12 - (-6))$$

$$t_1 = \tau \ln 2 = 69,3 \mu s$$

$$t_2 = t_1$$

$$f_{ki} = \frac{1}{t_1 + t_2} = 7,2 \text{ kHz}$$