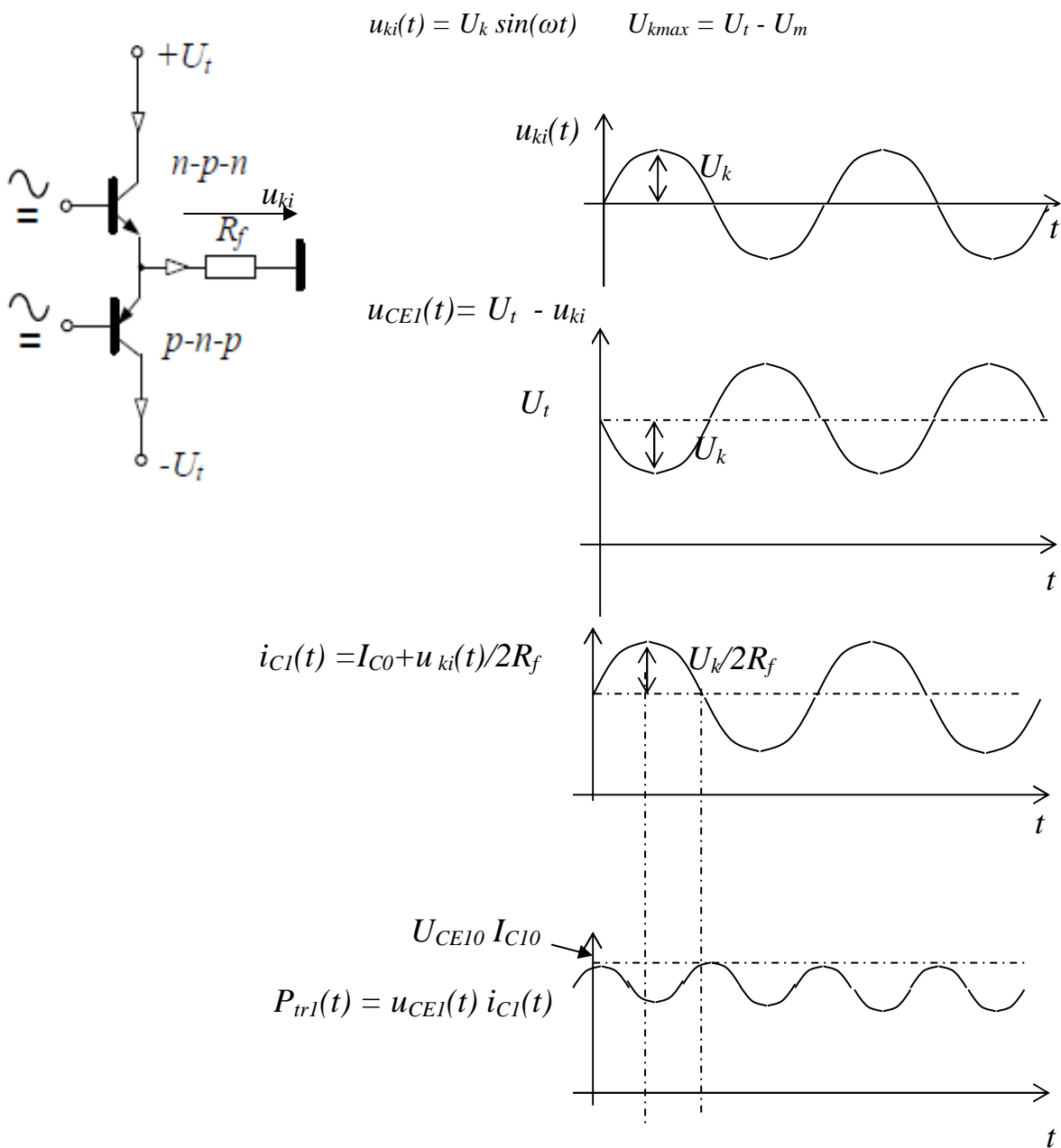


Elektronika 1.	3. vizsga	2018. 06. 22.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:	Neptun:							

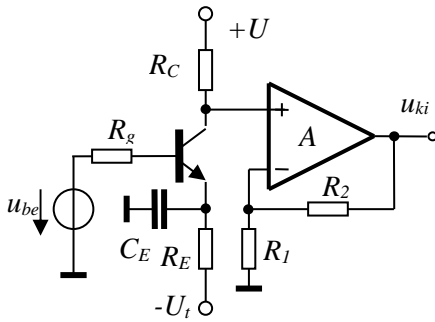
1. feladat

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 az U_k szinuszos feszültség amplitúdó 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:



2. feladat



Az áramkör adatai:

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ kohm}, R_g = 5 \text{ kohm}, R_C = 7,5 \text{ kohm}, U_t = 10 \text{ V}, C_E \rightarrow \infty$$

$$\text{A műveleti erősítő: } A = \frac{A_0}{1 + s/\omega_0}, \quad A_0 = 2 \cdot 10^4, \quad \omega_0 = 10 \text{ rad/sec}$$

$$\text{A tranzisztor adatai: } U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, U_m = 1 \text{ V}, \beta = B = \infty, I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

- a.) Mekkora legyen R_E ellenállás ahhoz, hogy a tranzisztor munkaponti árama $I_{E0} = 1 \text{ mA}$ legyen?
- b.) Mekkora a kimeneti feszültség munkaponti értéke, ha $A = \infty$?
- c.) $u_{be} = 0$ esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?
- d.) Adja meg a feszültség transzfer függvény Bode normált alakját!

Megoldás:

a.) Munkapont számításnál: $u_{be} = 0, \Rightarrow R_E = \frac{U_t - U_{BE0}}{I_{E0}} = \frac{10 - 0,6}{1} = \underline{\underline{9,4 \text{ k}\Omega}}$

b.) $I_{C0} = I_{E0}, \quad U_{C0} = U_t - R_C I_{C0} = 10 - 7,5 \cdot 1 = 2,5 \text{ V}, \quad U_{ki0} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_{C0} = \underline{\underline{5 \text{ V}}}$

c.) $U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_C + R_3) = 3,1 \text{ V} \quad P_{D, tr} = \overline{i_C(t)u_{CE}(t)} = I_{C0} U_{CE0} = 1 \cdot 3,1 = \underline{\underline{3,1 \text{ mW}}}$

d.) $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{U_C}{U_{be}} \frac{U_{ki}}{U_C}$

A tranzisztor erősítése: $\frac{U_C}{U_{be}} \Big|_{\beta = \infty, C_E = \infty} = -\frac{R_C}{r_d} \Big|_{r_d = \frac{U_t}{I_{E0}} = 26 \Omega} = -\frac{7500}{26} = -288,5$

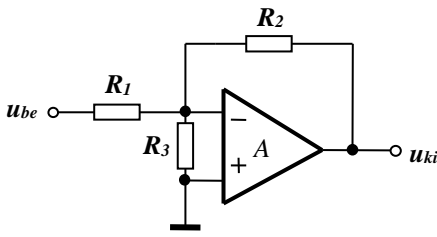
A visszacsatolt neminvertáló műveleti erősítő átvitele:

$$\frac{U_{ki}}{U_C}(s) = \frac{U_{ki}}{U_C} \Big|_{A=\infty} \cdot \frac{A(s)\beta}{1 + A(s)\beta}, \quad A(s)\beta = A(s) \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad \beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0,5$$

$$\frac{U_{ki}}{U_C}(s) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{A(s)\beta}{1 + A(s)\beta} = 2 \frac{\frac{10^4}{1 + s/10}}{1 + \frac{10^4}{1 + s/10}} = 2 \frac{10^4}{1 + 10^4} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + 10^4)10}} = \frac{2}{1 + \frac{s}{10^5}}$$

Tehát: $\frac{U_{ki}}{U_{be}}(s) = -\frac{577}{1 + \frac{s}{10^5}}$

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.) $|u_{kihiba}|=?$, ha $A = \infty$ és a bemeneti offset feszültség $U_{offbe}=10\text{mV}$!
 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:

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

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

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

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

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.) Visszacatolt erősítés a műveleti erősítő két pólusa esetén:

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

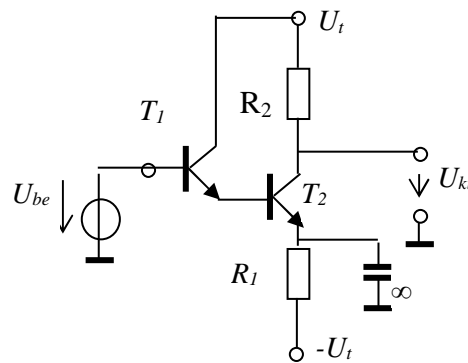
$$\text{ahol } \beta = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 \times R_3 + R_2} \text{ és } \zeta = \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + \beta A_0}} \left(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} + \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}} \right) \cong \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{\beta A_0}} \sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} \Big|_{\text{max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

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

4. feladat

Tranzisztorok: $U_{BE0} = 600 \text{ mV}$, $U_m = 0.5 \text{ V}$, $B = \infty$
 $U_t = 10 \text{ V}$, $R_1 = 8,8 \text{ kohm}$, $R_2 = 10 \text{ kohm}$

- Mekkora a T_2 tranzisztor munkaponti emitterárama?
- Mekkora az U_{ki} feszültség U_{ki0} munkaponti értéke?
- Mekkora a T_2 tranzisztor átlagos disszipációs teljesítménye, ha az U_{ki} $\pm 0,5 \text{ V}$ amplitúdójú, 50% kitöltési tényezőjű négyszög jel?
- Mekkora a T_2 tranzisztor átlagos disszipációs teljesítménye, ha az U_{ki} $0,5 \text{ V}$ amplitúdójú, szinuszos jel?



Megoldás:

$$\text{a) } I_{E02} = \frac{U_t - 2U_{BE0}}{R_1} = \frac{10 - 1,2}{8,8k} = \underline{1mA}$$

$$\text{b) } U_{ki0} = U_t - I_{C02}R_2 = 10 - 1,10 = \underline{0V}$$

T_2 tranzisztor disszipációs teljesítménye:

$$\begin{aligned} P_{tr} &= \overline{u_{CE}(t)i_c(t)} = \\ &= \overline{(U_{CE0} + \Delta u_{CE}(t))(I_{C0} + \Delta i_c(t))} = \\ &= U_{CE0}I_{C0} + I_{C0}\overline{\Delta u_{CE}(t)} + U_{CE0}\overline{\Delta i_c(t)} + \overline{\Delta u_{CE}(t)\Delta i_c(t)} = \\ &= U_{CE0}I_{C0} + I_{C0}\overline{\Delta u_{CE}(t)} + U_{CE0}\overline{\Delta i_c(t)} + \overline{\Delta u_{CE}(t)\Delta i_c(t)} \end{aligned}$$

Egyenáramon: $I_{C0} = I_{E02} = 1mA$, $U_{CE0} = 2U_t - I_{C0}(R_1 + R_2) = 20 - 18,8 = 1,2V$

Váltóáramon: $\Delta u_{CE}(t) = u_{ki}(t)$, $\Delta i_c(t) = -\frac{u_{ki}(t)}{R_2}$, melyek átlaga a c.) és d.) esetben is nulla.

$$\begin{aligned} \text{c) } P_{tr} &= U_{CE0}I_{C0} + I_{C0}\overline{\Delta u_{CE}(t)} + U_{CE0}\overline{\Delta i_c(t)} + \overline{\Delta u_{CE}(t)\Delta i_c(t)} = \\ &= 1,2 + 0 + 0 - \frac{\overline{u_{ki}^2(t)}}{R_2} = 1,2 - \frac{0,25}{10} = \underline{1,175mW} \end{aligned}$$

$$\text{d) } P_{tr} = 1,2 + 0 + 0 - \frac{\overline{u_{ki}^2(t)}}{R_2} = 1,2 - \frac{1}{2} \frac{0,25}{10} = \underline{1,1875mW}$$

5. feladat

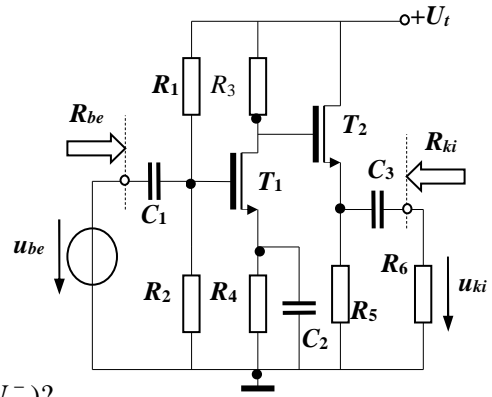
T1, T2: n-csatornás növekményes MOS FET

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2, \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}, \quad U_P = +4 \text{ V}$$

Munkaponti áramok: $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$

$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 6 \text{ k}\Omega$, $R_5 = R_6 = 10 \text{ k}\Omega$,

$C_1, C_2, C_3 \rightarrow \infty$ $U_t = +20 \text{ V}$,



- Mekkorára válasszuk R_1 - et, hogy $I_{D01} = 1 \text{ mA}$ legyen ?
- Mekkora a T2 tranzisztor záróirányú kivezérelhetősége (U_{ki}^-)?
- Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kiszelű helyettesítő képét ! Adja meg a helyettesítőkép elemértékeit, ha $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$!
- $u_{ki}/u_{be} = ?$

Megoldás:

- Mekkorára válasszuk R_1 - et, hogy $I_{D01} = 1 \text{ mA}$ legyen ?

$$U_{S01} = I_{D01} R_4 = 1 * 6 = 6 \text{ V}, \quad I_{D01} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS01} - U_P}{U_P} \right)^2 = 4 \left(\frac{U_{GS01} - 4}{4} \right)^2 = 1 \rightarrow U_{GS01} = 6 \text{ V}$$

$$U_{G01} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS01} + U_{S01} = 12 \text{ V}, \quad R_1 = R_2 \left(\frac{U_t}{U_{G01}} - 1 \right) = 30 \left(\frac{20}{12} - 1 \right) = 20 \text{ k}\Omega$$

- Mekkora a T2 tranzisztor záróirányú kivezérelhetősége (U_{ki}^-)?

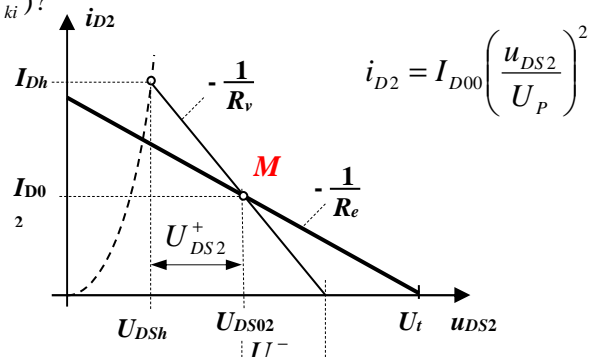
Egyenáramú munka ellenállás:

$$R_e = R_5 = 10 \text{ k}\Omega$$

Váltóáramú munka ellenállás:

$$R_v = R_5 \times R_6 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ki}^- = U_{DS2}^- = I_{D02} R_v = 1 * 5 = 5 \text{ V}$$



- Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kiszelű helyettesítő képét ! Adja meg a helyettesítőkép elemértékeit, ha $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$!

$$R_{12} = R_1 \times R_2 = \frac{20 * 30}{50} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$S_1 = S_2 = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$

- $u_{ki}/u_{be} = ?$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = (-S_1 R_3) \frac{R_5 \times R_6}{R_5 \times R_6 + 1/S_2} = -1 * 4 \frac{5}{5+1} = -\frac{20}{6} = -3.33$$

