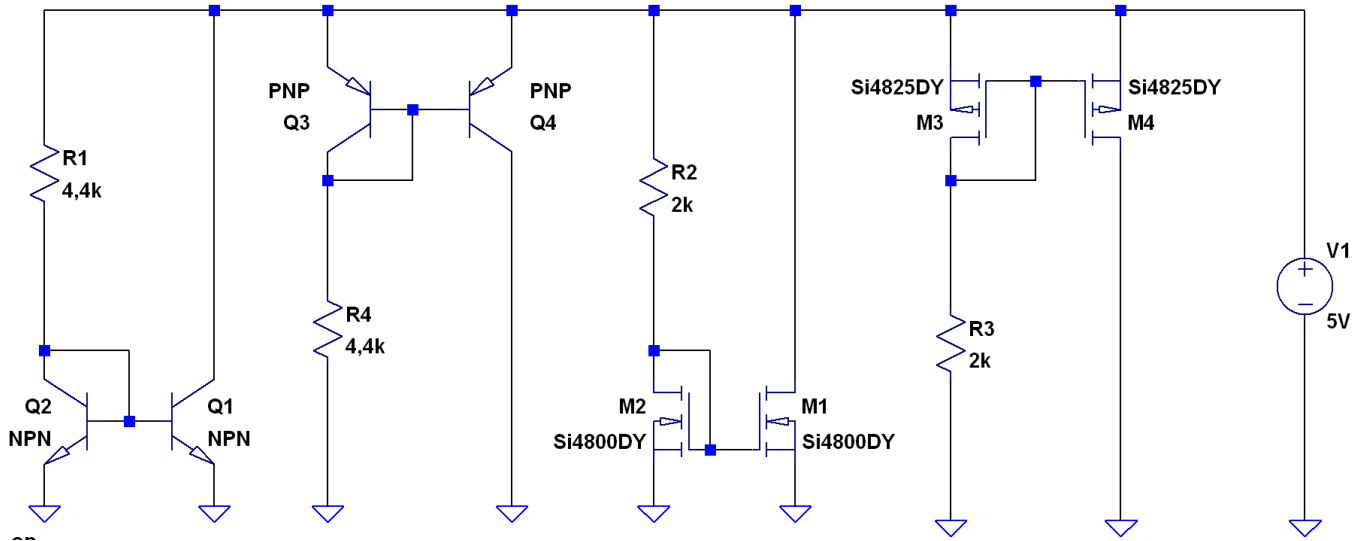


Elektronika 1. PZH	2022. 11. 23.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	IMSC
Név:	Neptun:							

1.) Feladat.

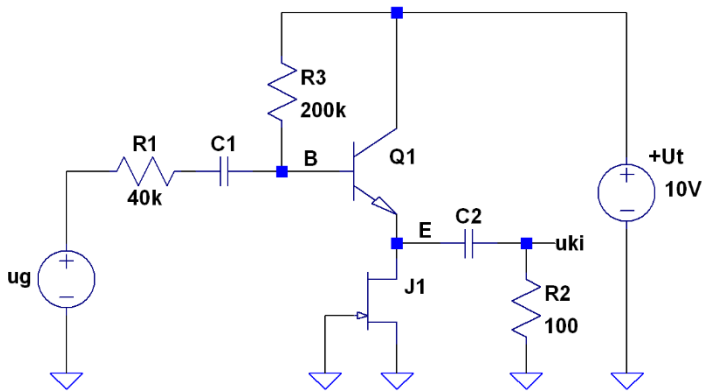
- a.) Rajzoljon áramtűkröt NPN tranzisztorokkal 5p
- b.) Rajzoljon áramtűkröt PNP tranzisztorokkal 5p
- c.) Rajzoljon áramtűkröt N csatornás MOSFET-tel 5p
- d.) Rajzoljon áramtűkröt P csatornás MOSFET-tel 5p



2.) *Feladat.* Határozza meg az ábra szerinti tranzisztoros kapcsolás paramétereit.

Q1 NPN tranzisztor: $\beta = B = h_{FE} = 486$, $U_{BE0} = 0,6V$, $U_m = 0,5V$, J1 N csatornás Junction FET: $I_{DSS} = 10mA$, az elzáródásos tartományon működik, $R_1 = 40k\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 200k\Omega$, $C_1 = C_2 = \infty$. $U_t = 10V$, u_g váltó

feszültség generátor, 1mV amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinuszos feszültség generátor



- Ábrázolja a B pont feszültségét az idő függvényében. 5p
- Ábrázolja az E pont feszültségét az idő függvényében. 5p
- Ábrázolja az u_{ki} pont feszültségét az idő függvényében. 5p
- Mekkora a maximális szinuszos kimenőjel amplitúdó? 5p

Megoldás

DC anal.:

$$I_{D0} = I_{DSS} = 10mA \quad I_{E0} = I_{D0} = 10mA \quad r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26}{10} = 2,6\Omega$$

$$I_{B0} = (1 - A)I_{E0} = \left(1 - \frac{B}{1 + B}\right)I_{E0} \quad U_{B0} = U_t - R_3 \left(1 - \frac{B}{1 + B}\right)I_{E0} = 10 - 200 \left(1 - \frac{486}{487}\right)10 = 5,9V$$

$$U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = 5,9 - 0,6 = 5,3V$$

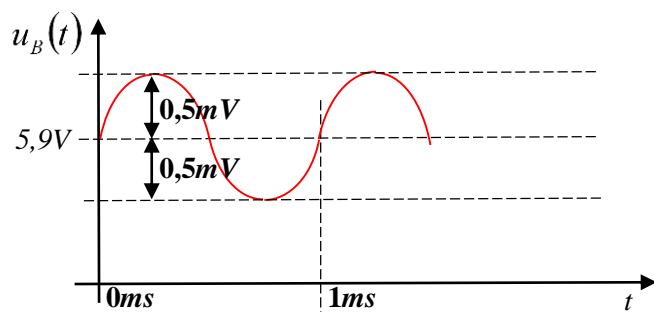
AC anal:

$$R_{be} = [(1 + \beta)(r_d + R_2)] \times R_3 = [487 \cdot (2,6 + 100)] \times 200k = 40k\Omega$$

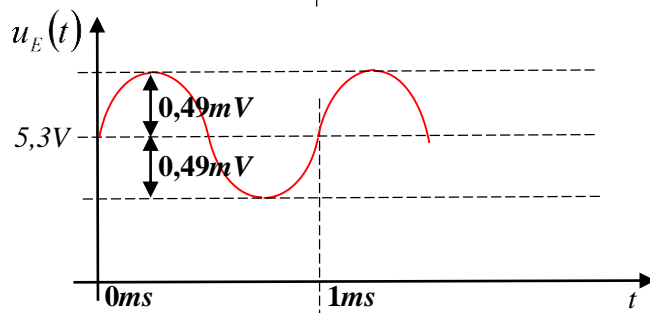
$$\frac{u_{be}}{u_g} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} = \frac{40}{40 + 40} = 0,5$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \frac{R_2}{R_2 + r_d} = \frac{40}{40 + 40} \frac{100}{100 + 2,6} = 0,49$$

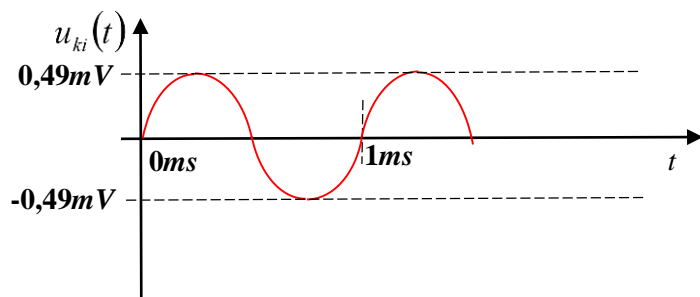
$$a.) u_B(t) = u_{B0} + u_b(t) = u_{B0} + u_g(t) \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} = 5,9 + 0,001 \sin(2\pi 1000t) \frac{40}{40 + 40} = 5,9V + 0,5mV \sin(2\pi 1000t)$$



b.)



c.)



$$d.) U_{CE0} = U_i - U_{E0} = 10 - 5,3 = 4,7V$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 4,7 - 0,5 = 4,2V \quad U_{ki}^+ = U_{CE}^+$$

$$R_v = R_2 = 100\Omega$$

$$U_{CE}^- = R_v I_{E0} = 0,1 \cdot 10 = 1V \quad U_{ki}^- = U_{CE}^-$$

A legnagyobb kimeneti amplitúdó: 1V.

3.) Feladat. Az ábrán látható kapcsolási rajz szerinti áramkör adatai: $C_1 = C_2 = \infty$, T3: PNP tranzisztor,

$$U_{EB0} = 0,6V, B = \beta = \infty, U_{BE0} = 0,6V, \text{ a diódák}$$

nyitófeszültsége $U_{D0} = 0,6V$, a tápfeszültség

$$U_t = 10V, \text{ a tranzisztor maradékfeszültsége:}$$

$$U_m = 0,5V, R_1 = R_2 = 1k\Omega, R_3 = 5k\Omega, R_5 = 2,6k\Omega$$

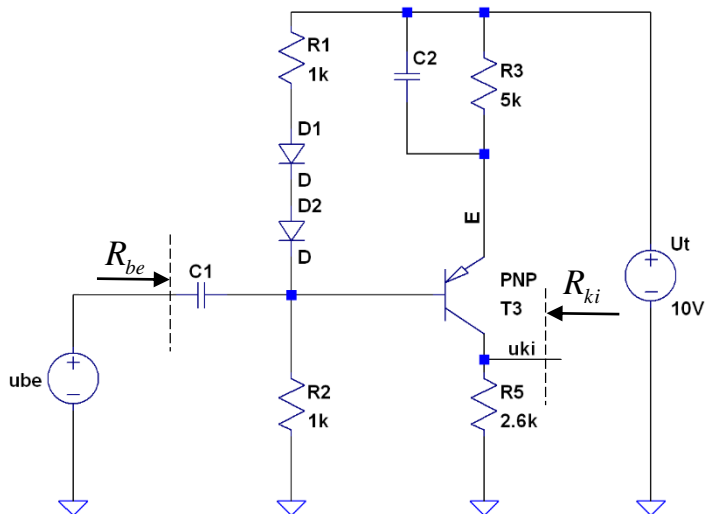
u_{be} szinuszos feszültség generátor

$$a.) U_{ki0} = ? \quad 5p$$

$$b.) \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ? \quad 5p$$

$$c.) R_{be} = ?, R_{ki} = ? \quad 5p$$

d.) Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét a legnagyobb amplitúdójú szinuszos kivezérlés esetén $5p$



Megoldás:

a.) Az E pont potenciálja a tápfeszültség felén van.

$$I_{E03} = \frac{U_t}{R_3} = \frac{10}{5} = 2mA, \quad U_{ki0} = I_{C0} R_5 = 1 \cdot 2,6 = 2,6V$$

b.) A T3 FE erősítő:

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_5}{r_{d3}}, \quad r_{d3} = \frac{U_T}{I_{E03}} = \frac{26}{1} = 26\Omega, \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_5}{r_{d3}} = 1 \frac{2600}{26} = -100$$

c.) Mivel B és β végtelen, a bemeneti impedancia:

$$R_{be} = (R_1 + r_{d1} + r_{d2}) \times R_2, \quad I_{D0} = \frac{U_t - 2U_{D0}}{R_1 + R_2} = \frac{10 - 2 \cdot 0,6}{1 + 1} = 4,4mA, \quad r_{d1} = r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26}{4,4} = 5,9\Omega$$

$$R_{be} = (R_1 + r_{d1} + r_{d2}) \times R_2 = (1000 + 5,9 + 5,9) \times 1000 \approx 500\Omega$$

$$R_{ki} = R_5 = 2,6k\Omega$$

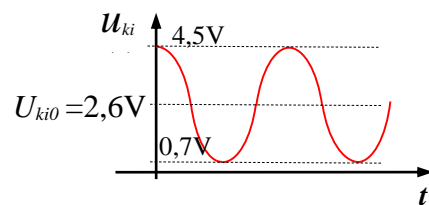
d.) $R_e = R_3 + R_5 = 5 + 2,6 = 7,6k\Omega$

$$R_v = R_5 = 2,6k\Omega$$

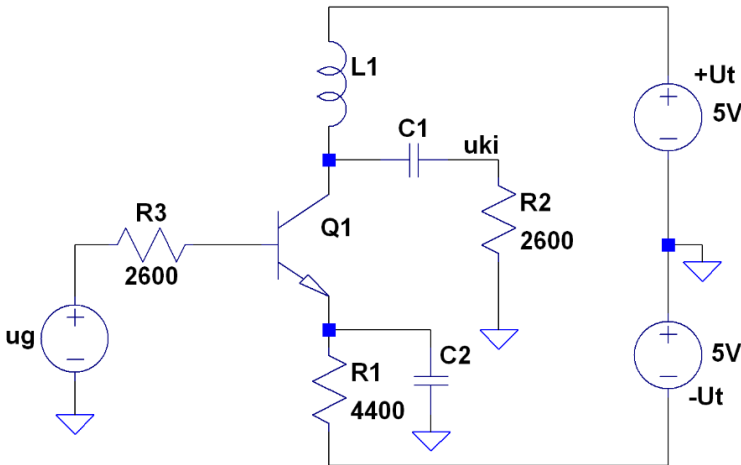
$$U_{CE0} = U_t - I_{E0} R_e = 10 - 1 \cdot 7,6 = 2,4V$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 2,4 - 0,5 = 1,9V, \quad U_{ki}^+ = U_{CE}^+$$

$$U_{CE}^- = I_{E0} R_v = 1 \cdot 2,6 = 2,6V, \quad U_{ki}^- = U_{CE}^-$$



- 4.) feladat. Az ábrán látható áramkör adatai: $U_t = 5\text{ V}$, $Q1: U_m = 0,5\text{ V}$, $A = \alpha = 1$, $U_{BE0} = 0,6\text{ V}$,
 $L_1 = \infty$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$,
 $R_1 = 4,4\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2,6\text{ k}\Omega$, $R_3 = 2,6\text{ k}\Omega$



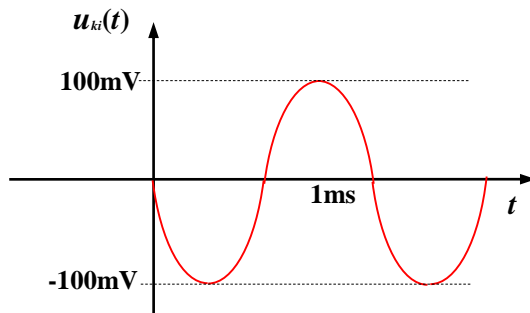
- a.) Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét 1mV amplitúdójú, 1 kHz-es szinuszos generátor jel esetén 5p
b.) Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét maximális szinuszos kimenő jel esetén 5p
c.) Mekkora a C_1 kapacitáson mérhető feszültség? 5p
d.) Mekkora a tranzisztor maximális kollektor-emitter feszültsége teljes kivezérléskor? 5p

Megoldás:

DC anal.: Mivel a bázis áram 0 ($B=\infty$): $I_{E0} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_1} = \frac{5 - 0,6}{4,4} = 1\text{ mA}$ $I_{C0} = I_{E0}$ $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26}{1} = 26\Omega$

AC anal.: $\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = 1 \left(-\alpha \frac{R_2}{r_d} \right) = -\alpha \frac{R_2}{r_d} = -1 \frac{2600}{26} = -100$

a.)



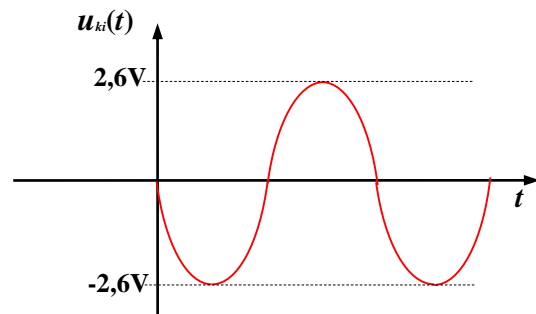
b.)

$$R_e = R_1 = 4,4\text{ k}\Omega \quad R_v = R_2 = 2,6\text{ k}\Omega$$

$$U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}R_e = 10 - 1 \cdot 4,4 = 5,6\text{ V}$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 5,6 - 0,5 = 5,1\text{ V} = U_{ki}^+$$

$$U_{CE}^- = I_{E0}R_v = 1 \cdot 2,6 = 2,6\text{ V} = U_{ki}^-$$

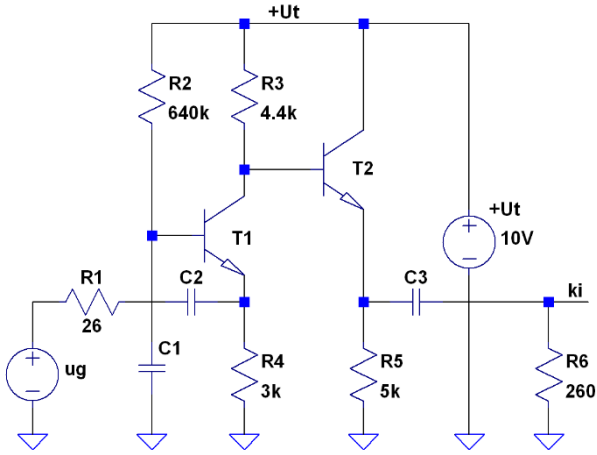


c.)

$$U_{C1} = 5\text{ V}$$

d.) $U_{CE0} = 5,6\text{ V}$ $U_{CE}^- = 2,6\text{ V}$, $U_{CEMax} = U_{CE0} + U_{CE}^- = 5,6 + 2,6 = 8,2\text{ V}$

5.) feladat. Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.



T_1 : NPN tranzisztor: $\beta=B=99$, $U_{BE0}=0,6V$

T_2 : NPN tranzisztor: $\beta=B \rightarrow \infty$, $U_{BE0}=0,6V$

$C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, $C_3 \rightarrow \infty$, $U_t=10V$,

u_g szinuszos feszültség generátor

$R_1=26\Omega$, $R_2=640k\Omega$, $R_3=4,4k\Omega$, $R_4=3k\Omega$, $R_5=5k\Omega$, $R_6=260\Omega$

a.) A tranzisztorok alapkapcsolásának típusai 5p

b.) A kimeneti feszültség kivezérés nélküli értéke: $U_{ki0} = ?$ 5p

c.) Az $\frac{u_{ki}}{u_g}$ feszültség átviteli függvény értéke dB-ben? 5p

d.) A C_3 kapacitáson mérhető feszültség $U_{C_3} = ?$ 5p

Megoldás:

a.) első fokozat: földelt bázisú
második fokozat: földelt kollektoros

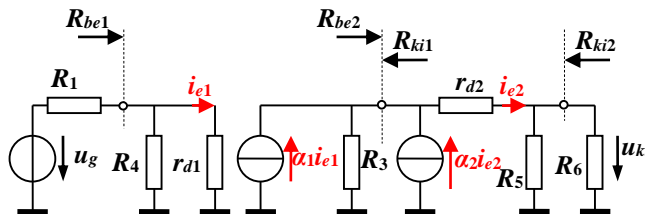
b.) C_3 miatt: $U_{ki0} = 0V$

c.) Munkapont számítás: $A_1 = \alpha_1 = \frac{B_1}{1 + B_1} = 0.99$

$$U_t = (1 - A_1)I_{E01}R_2 + U_{BE0} + I_{E01}R_4 \quad I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_4 + (1 - A_1)R_2} = \frac{10 - 0.6}{3 + 6.4} = 1 \text{ mA}$$

$$U_t = A_1 I_{E01} R_3 + U_{BE0} + I_{E02} R_5 \quad I_{E02} = \frac{U_t - U_{BE0} - A_1 I_{E01} R_3}{R_5} = \frac{10 - 0.6 - 4.357}{5} \cong 1 \text{ mA}$$

$$r_{d1} = r_{d2} = \frac{26mV}{1mA} = 26 \Omega$$



Földelt bázisú fokozat:

$$R_{be1} = r_{d1} \times R_4 = 0.026 \times 3 \cong r_{d1} = 26 \Omega$$

$$A_{u1} = \alpha_1 \frac{R_3}{r_{d1}} = 0.99 \frac{4.4}{0.026} \cong 167,5$$

$$R_{ki1} = R_3 = 4.4 \text{ k}\Omega$$

$$L_{be} = \frac{R_{be1}}{R_1 + R_{be1}} = \frac{26}{26 + 26} \cong 0,5$$

$$L_{12} = \frac{R_{be2}}{R_{ki1} + R_{be2}} = 1 \quad L_{ki} = \frac{R_6}{R_{ki2} + R_6} = \frac{260}{286} \cong 0,91$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = L_{be} A_{u1} L_{12} A_{u2} L_{ki} = 0,5 \cdot 167,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 = 76,2 \quad a = 20 \lg \frac{u_{ki}}{u_g} = 20 \lg 76,2 = 37,6 \text{ dB}$$

Földelt kollektoros fokozat:

$$R_{be2} = \infty \quad (\text{zérus bázisáram})$$

$$A_{u2} = \frac{R_5}{r_{d2} + R_5} = \frac{5000}{5026} \cong 1$$

$$R_{ki2} = R_5 \times r_{d2} \cong r_{d2} = 26 \Omega$$

d.) $U_{C_3} = U_{E02} - U_{ki0} = I_{E02} R_5 - U_{ki0} = 5 - 0 = 5 \text{ V}$

Képletgyűjtemény

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} \quad i_E = I_{S0} \left(e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right) \quad S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}} \quad i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \quad S = \frac{2I_{D0}}{U_{GS0} - U_P}$$

$$A = \frac{B}{1+B} \quad \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \quad B = \frac{A}{1-A} \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad 1-\alpha = \frac{1}{1+\beta}$$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}}, \quad R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}}, \quad u_{be} = 0$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \alpha \frac{R_C}{r_d} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C}{r_d} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_E \chi R_t}{r_d + R_E \chi R_t}$$

$$r_o = \frac{1}{y_{oe}}$$

$$[g_{ce}] = [y_{oe}] = [h_{oe}] = \frac{A}{V} = S = mho$$