

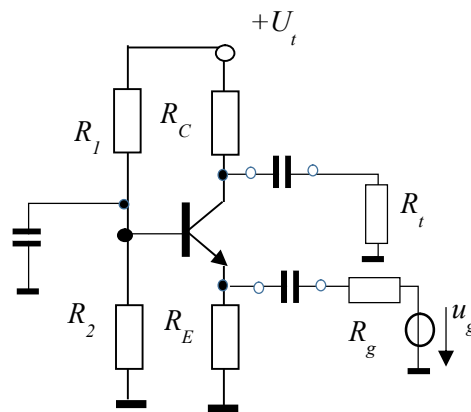
Elektronika 1.	Vizsga	2022. 01. 21.	1.	2.	3.	4.	5	Σ	IMSC
Név:	Neptun:								

1. feladat

Rajzoljon le egy közös bázisú tranzisztoros erősítő kapcsolást! Az áramkörü megvalósításnál gondoskodjon róla, hogy a tranzisztor normál aktív munkapontban legyen, és a munkapont ne függjön az erősítőt meghajtó R_g és lezáró R_t ellenállásoktól. Határozza meg az Ön által adott áramkörre a tranzisztor I_{E0} munkaponti áramát, továbbá a következő kisjelű paramétereket: R_{be} bemenő ellenállás, R_{ki} kimenő ellenállás és u_{ki}/u_{be} ($i_{ki}=0$) üresjárású feszültség erősítés! A tranzisztorra véges áramerősítési tényezőt vegyen figyelembe.

Megoldás:

Egy lehetséges változat:

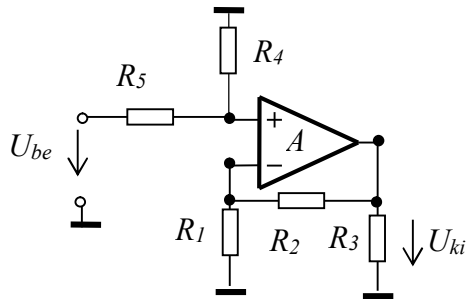


$$U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = (1 - A)(R_1 \times R_2)I_{E0} + U_{BE0} + R_E I_{E0} \rightarrow I_{E0} = \frac{U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} - U_{BE0}}{(1 - A)(R_1 \times R_2) + R_E}$$

$$R_{be} = R_E \times r_d, \quad \text{ahol} \quad r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{kT}{I_{E0}q} \quad R_{ki} = R_C$$

$$\left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{i_{ki}=0} = \alpha \frac{R_C}{r_d}$$

2. feladat



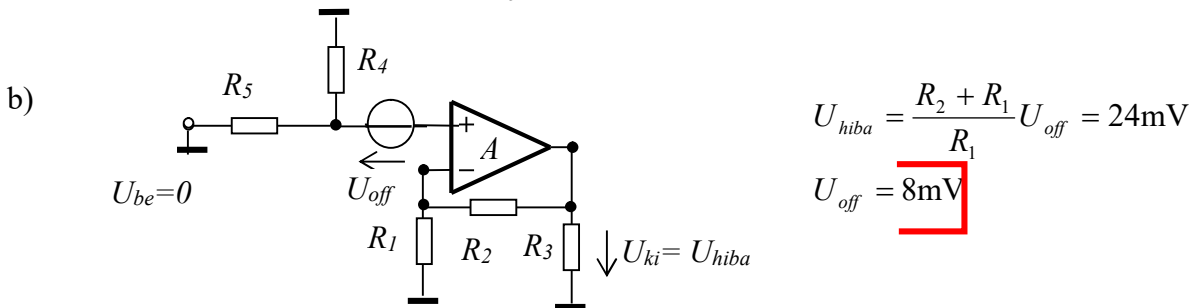
$$R_1 = R_4 = 2 \text{ k}\Omega, R_2 = R_5 = 4 \text{ k}\Omega, R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

- Mekkora a feszültség erősítés (U_{ki}/U_{be}), és a bemenő ellenállás, ha a műveleti erősítő ideális ($A = \infty$)?
- Mekkora a műveleti erősítő bemeneti offset feszültsége, ha a kimeneti hibafeszültség abszolút értéke 24 mV ($U_{be} = 0, A = \infty$)?
- Mekkora az $A\beta$ hurok erősítés, ha a műveleti erősítő differenciális erősítése, $A = 300$?
- Mekkora a feszültség erősítés (U_{ki}/U_{be}), ha a műveleti erősítő differenciális erősítése, $A = 300$?

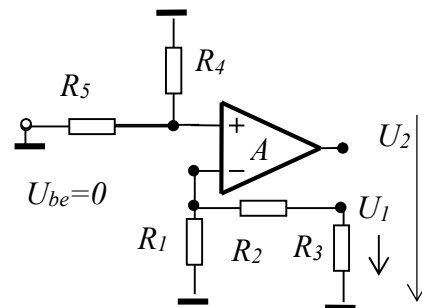
Megoldás:

a)
$$A_{id} = \frac{R_4}{R_5 + R_4} \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1$$

$$R_{be} = R_5 + R_4 = 6 \text{ k}\Omega$$



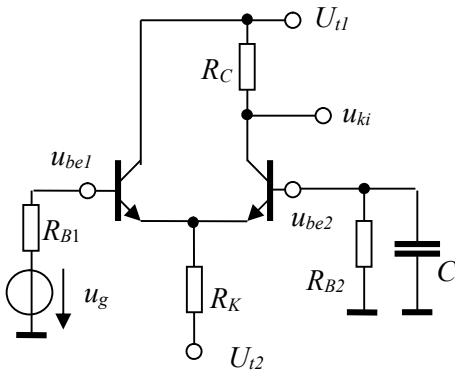
c)
$$A\beta = -\frac{U_2}{U_1} = -(-A) \frac{R_1}{R_2 + R_1} = 100$$



d.)

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = A_{id} \frac{A\beta}{1 + A\beta} = \frac{100}{101}$$

3. feladat



$T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1 = \beta_2 = 99$, $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$,
 $U_{t1} = 15 \text{ V}$, $U_{t2} = -10 \text{ V}$, $C \rightarrow \infty$
 $R_K = 9,4 \text{ k}\Omega$, $R_C = 10 \text{ k}\Omega$, $R_{B1} = R_{B2} = 2 \text{ k}\Omega$

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 $\frac{u_{ki}}{u_g}$ feszültségerősítést, ha $R_{B1} = R_{B2} = 0$, $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$? ($\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$)

Megoldás:

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

$$I_{E0} = \frac{U_{t2} - U_{BE0}}{R_{B1}(1-A) + 2R_K} = 0,4995 \text{ mA}$$

b.) $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 52 \Omega$ $A_D = \alpha \frac{R_C}{2r_d} = 0,99 \frac{10}{0,104} = 95,19$

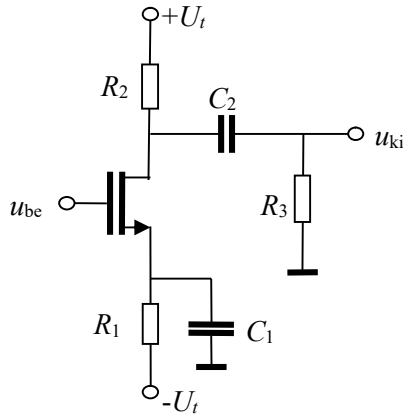
c.) $A_K = -\alpha \frac{R_C}{2R_K + r_d} = -0,525$

d.) $R_{B1} = R_{B2} = 0$

Két fokozatú erősítő: FC FB

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_K}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_K} = \frac{R_K \times r_{d2}}{r_{d1} + R_K \times R_{d2}} \left(\alpha_2 \frac{R_C}{r_{d2}} \right) = 0,4986 \cdot 190,38 = 94,93$$

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 $I_{D0} = 0.25 \text{ mA}$?
- $U_{DS}^+ = ?$, ha $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ és $I_{D0} = 0.25 \text{ mA}$?
- Mekkora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ és $I_{D0} = 0.25 \text{ mA}$?

Megoldás:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

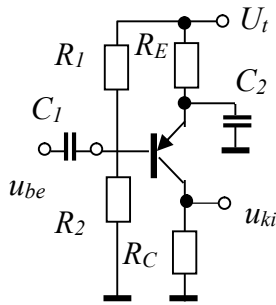
$$I_D - I_{D0} = -\frac{(U_{GS} - U_{GS0})}{R_v} \text{ egyenes metszéspontja: } 4 \left(\frac{U_h}{4} \right)^2 = \frac{1}{4} - \frac{(U_h - 17,5)}{5}$$

$$U_h^2 + 0,8 U_h - 15 = 0 \rightarrow U_h = 3,49 \text{ V} \rightarrow U_{DS}^+ = 17,5 - 3,49 = 14 \text{ V}$$

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

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

5. feladat



Az áramkör adatai: $R_E = 2 \text{ k}\Omega$, $R_C = 2,6 \text{ k}\Omega$,
 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, $C_1 = \infty$, $C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$

A tranzisztor adatai:

$$U_{EB0} = 0,6 \text{ V}, U_m = 0,5 \text{ V}, B = \beta = \infty, I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

- a.) Határozza meg az adott munkaponti áramhoz szükséges U_t tápfeszültség értékét!
- b.) Határozza meg a kimeneten a munkapontra szuperponálódó, középfrekvenciás szinuszos feszültség maximális amplitúdóját!
- c.) Jellegre helyesen rajzolja le u_{ki} / u_{be} feszültségérsítés abszolút értékének törtvonalas Bode diagramját, ha a számításba veendő kapacitások értékei $C_1 = 2 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = \infty$! Számszerűen tüntesse fel a középfrekvenciás erősítés dB értékét és a törésponti frekvencia értékét!
- d.) Mekkora és milyen típusú (alsó vagy felső) a 3 dB-es határfrekvencia ha a számításba veendő kapacitások értékei $C_1 = \infty$, $C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$?

Megoldás:

a.) Munkapont:

$$U_t \frac{R_1}{R_1 + R_2} = R_E I_{E0} + U_{EB0} \rightarrow U_t = \frac{R_1 + R_2}{R_1} (R_E I_{E0} + U_{EB0}) = 3(2 + 0,6) = 7,8 \text{ V}$$

$$U_{EC0} = U_t - (R_C + R_E) I_{E0} = 7,8 - 4,6 = 3,2 \text{ V}$$

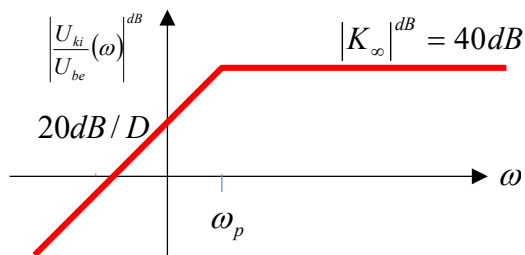
b.)

$$\text{Nyitó irányú kimeneti kivezérelhetőség } U_{EC}^+ = U_{ki}^+ = U_{EC0} - U_m = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ V}$$

$$\text{Záró irányú kimeneti kivezérelhetőség } U_{EC}^- = U_{ki}^- = R_C I_{C0} = 2,6 \text{ V}$$

$$\text{Maximális kimeneti amplitúdó: } \min(2,6 \text{ } 2,7) = 2,6 \text{ V}$$

c.) C_1 csatoló kondenzátor \rightarrow felüláteresztő jellegű frekvenciafüggés:



$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 26 \Omega$$

$$K = \frac{u_{ki}}{u_{be}}(\omega \rightarrow \infty) = -\frac{R_C}{r_d} = -100 \rightarrow 40 \text{ dB}$$

$$\omega_p = \frac{1}{R_{be} C_1} = \frac{1}{(R_1 \times R_2) C_1} = \frac{20}{3} 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-6} =$$

$$\omega_p = \frac{300}{4} \text{ r/s} = 75 \text{ r/s} = 11,9 \text{ Hz}$$

d.) $C_1 = \infty$, $C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$ \rightarrow emitter hidegítő kondenzátor \rightarrow felüláteresztő jellegű frekvenciafüggés:

$$\text{alsó határfrekvencia: } \omega_a = \frac{1}{(R_E \times r_d) C_1} = \frac{1}{(2000 \times 26) C_2} = \frac{1}{26 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 19,23 \text{ kr/s} = 3,06 \text{ kHz}$$