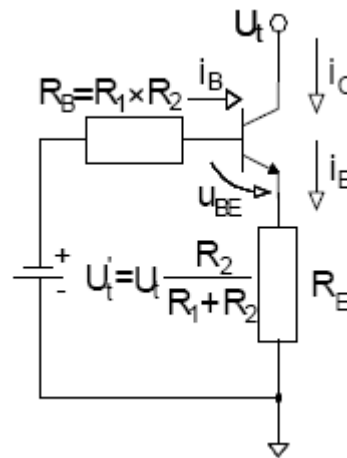
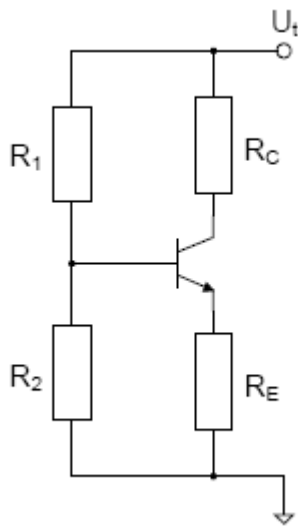


Elektronika 1. pót zárthelyi	2014. 04. 10.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
Név:	Neptun:						

1. Ismertesse a bipoláris tranzisztorok munkapont beállításával kapcsolatos alábbi fogalmakat: egy telepes munkapontbeállító áramkör rajza bázisosztóval, a munkaponti I_{E0} számítása végtelen B esetén (U_{BE0} adott), a munkaponti I_{E0} számítása véges B esetén (U_{BE0} adott), az S_u feszültségstabilitási tényező értéke, definíció, mitől, hogyan függ!

Megoldás:



$$U_t' = R_B i_B + R_E i_E + U_{BE}$$

$$I_{E0} = \frac{U_t' - U_{BE0} + R_B I_{CB0}}{R_E + R_B(1 - A)}$$

$$I_{C0} = A I_{E0} + I_{CB0}$$

$$U_{BE0}(I_{E0}) = U_{ny} + I_{E0} r_d$$

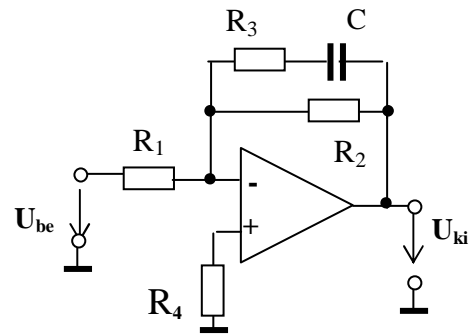
$$S_u = \frac{\partial I_{C0}}{\partial U_{ny}} = -\frac{A}{r_d + R_E + R_B(1 - A)}$$

2. A műveleti erősítő ideális.

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 100 \text{ }\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ nF}$.

Kérdések:

- Mennyi az U_{ki}/U_{be} feszültség erősítés egyenáramon?
- Mennyi az U_{ki}/U_{be} feszültség nagyfrekvencián (amikor már $\omega C \rightarrow \infty$)?
- Adja meg az $U_{ki}/U_{be}(s)$ transzfer függvényt Bode normált gyöktényező alakban!
- Rajzolja fel a töréspontos amplitúdó Bode diagramot, számszerűen adja meg a törésponti és aszimptotikus értékeket!



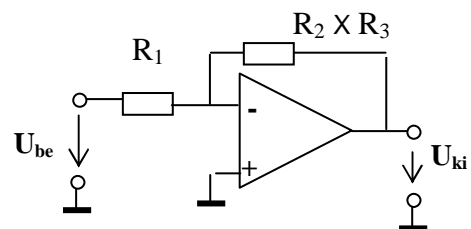
Megoldás:

a) Az egyenáramú helyettesítő kép (R_4 -en nem folyik áram):

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = -\frac{R_2}{R_1} = -2$$

b) A nagyfrekvenciás helyettesítő kép

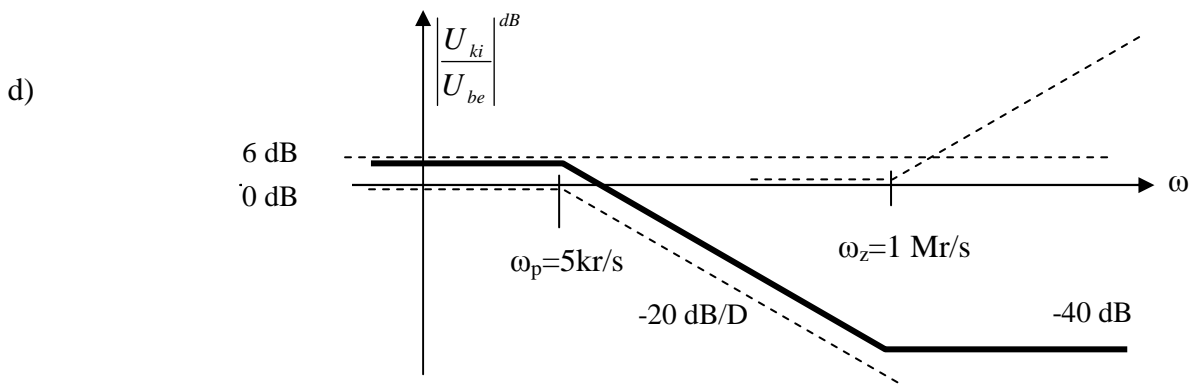
$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = -\frac{R_2 \times R_3}{R_1} \cong -0.01$$



$$c) \quad Z_{RC}(s) = R_2 \times \left(R_3 + \frac{1}{sC} \right) = R_2 \times \left(\frac{sCR_3 + 1}{sC} \right) = R_2 \frac{1 + sR_3C}{1 + s(R_2 + R_3)C}$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(s) = -\frac{Z_{RC}(s)}{R_1} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1 + sR_3C}{1 + s(R_2 + R_3)C} = K_0 \frac{1 + \frac{s}{\omega_z}}{1 + \frac{s}{\omega_p}} \quad K_0 = -\frac{R_2}{R_1} = -2,$$

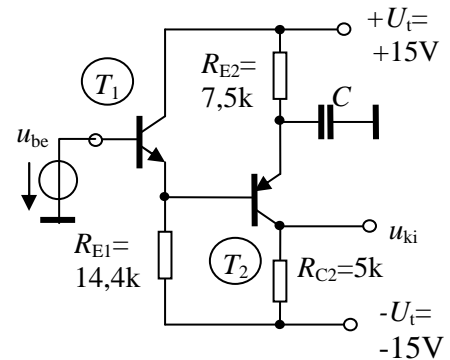
$$\omega_z = \frac{1}{R_2 C} = \frac{1}{10^2 \cdot 10^{-8}} \text{ r/s} = 1 \text{ Mrad/s}, \quad \omega_p = \frac{1}{(R_2 + R_3)C} = \frac{1}{2,01 \cdot 10^4 \cdot 10^{-8}} \text{ r/s} \cong 5 \text{ krad/s}$$



3. A tranzisztorok adatai: $U_m = 0,5 \text{ V}$ $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$, $B = \beta = \infty$

Kérdések:

- Munkaponti áramok: $I_{E01} = ?$ $I_{E02} = ?$
- A T2 tranzisztor nyitó és záró irányú kivezélhetősége:
 $U_{EC2}^+ = ?$ $U_{EC2}^- = ?$
- A kimenet munkapontja és szimmetrikus kivezélhetősége:
 $U_{ki0} = ?$, $\min\{U_{ki}^+, U_{ki}^-\} = ?$
- A telepekből felvett összes teljesítmény,
ha a kimeneten 1 V-os szinusz van: $P_t = ?$



Megoldás:

a.) Munkapont számításnál $u_{be} = 1$ tehát:

$$U_t = U_{BE0} + R_{E1} I_{E01} \rightarrow I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_{E1}} = 1 \text{ mA}$$

$$2U_t = R_{E2} I_{E02} + U_{EB0} + R_{E1} I_{E01} \rightarrow I_{E02} = \frac{2U_t - U_{EB0} - R_{E1} I_{E01}}{R_{E2}} = 2 \text{ mA}$$

b.) Kivezélhetőség:

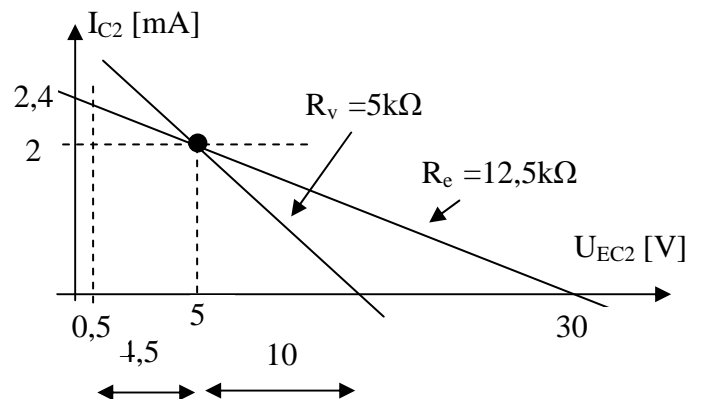
Egyenáram:

$$U_{EC2} = 2U_t - (R_{E2} + R_{C2}) I_{C2} = 30 - 12,5 I_{C2}$$

$$U_{EC02} = 2U_t - R_e I_{C02} = 5V$$

Váltó áram:

$$\Delta U_{CE2} = -R_{C2} \Delta I_{C2} = -5 \Delta I_{C2}$$



A T2 tranzisztor nyitó és záró irányú kivezélhetősége:

$$U_{EC2}^+ = U_{EC02} - U_m = 4,5V$$

$$U_{EC2}^- = R_v I_{C02} = 10V$$

c.) Kimeneti munkaponti feszültség: $U_{ki0} = -U_t + R_{C2} I_{C02} = -15 + 5 \cdot 2 = -5V$

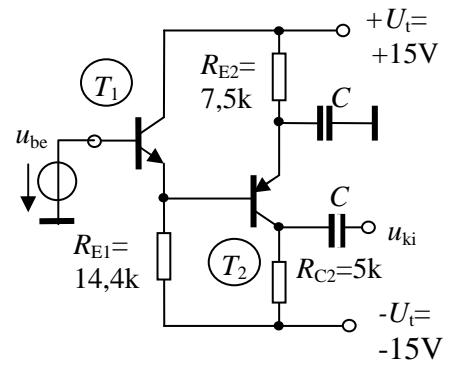
$$\Delta U_{ki} = \Delta U_{CE2} \quad \min\{U_{ki}^+, U_{ki}^-\} = 4,5V$$

d.) $P_t = 2U_t (I_{C01} + I_{C02}) = 30 \cdot 3 = 90mW$

4. A tranzisztorok adatai: $I_{E01} = 1 \text{ mA}$, $I_{E02} = 2 \text{ mA}$, $\beta_1 = \beta_2 = 99$

Kérdések:

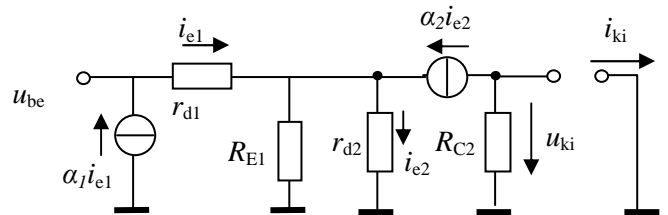
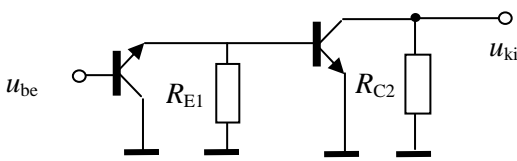
- Bemeneti ellenállás: $R_{be} = ?$
- A kimenet ellenállás: $R_{ki} = ?$
- Feszültség erősítés: $u_{ki} / u_{be} = ?$
- Rövidzárási áramerősítés: $i_{ki} / i_{be} = ?$ ha $u_{ki} = 0$.



Megoldás:

A váltóáramú,

és kiszelű, lineáris helyettesítőképek:



$$\text{A dióda ellenállások: } r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = 26\Omega \quad r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E02}} = 13\Omega$$

$$\text{a.) } R_{be} = (1 + \beta_1)[r_{d1} + R_{E1} \times (1 + \beta_2)r_{d2}] = 100 \cdot [0.026 + 1,192] = 121,8k\Omega$$

$$\text{b.) } R_{ki} = R_{C2} = 5k\Omega$$

$$\text{c.) } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_{E1} \times (1 + \beta_2)r_{d2}}{r_{d1} + R_{E1} \times (1 + \beta_2)r_{d2}} \left(-\alpha_2 \frac{R_{C2}}{r_{d2}} \right) = \frac{1,192}{1,218} \left(-\frac{5}{0.013} \right) = -376$$

$$\text{d.) } \frac{i_{ki}}{i_{be}} = -(1 + \beta_1) \frac{R_{E1}}{R_{E1} + (1 + \beta_2)r_{d2}} \beta_2 = -9080$$

5. Az áramkör adatai:

$$U_t = 18 \text{ V}, \quad R_1 = 200 \text{ k}\Omega$$

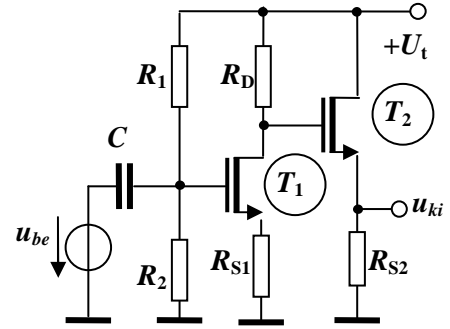
$$R_D = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_{S1} = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_{S2} = 12 \text{ k}\Omega,$$

T_1, T_2 : n csatornás növekményes MOS FET
paraméterei: $U_p = 2 \text{ V}, \quad I_{D00} = 1 \text{ mA}$,

T_1 munkapontja: $I_{D0} = 1 \text{ mA}$

Kérdések: a.) $R_2 = ?$ b.) $I_{D02} = ?$ c.) $u_{ki}/u_{be} = ?$

d.) Melyik tranzisztor melegszik jobban,
ha $u_{be} = 0$? Miért?



Megoldás:

a.) T1 tranzisztor karakterisztikája: $i_{D1} = I_{D00} \left(\frac{u_{GS1} - U_p}{U_p} \right)^2 \rightarrow 1 = 1 \left(\frac{U_{GS01} - 2}{2} \right)^2 \rightarrow U_{GS01} = 4 \text{ V}$

a gate potenciálja: $\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = R_{S1} I_{D0} + U_{GS0} \rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3} \rightarrow R_2 = 100 \text{ k}\Omega$

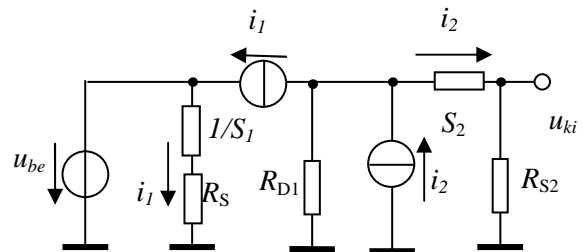
b.) $U_t = R_D I_{D01} + U_{GS02} + R_{S2} I_{D02} \rightarrow I_{D02} = \frac{U_t - R_D I_{D01} - U_{GS02}}{R_{S2}} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS02} - U_p}{U_p} \right) \rightarrow$
 $\rightarrow 3U_{GS02}^2 - 11U_{GS02} - 4 = 0 \rightarrow U_{GS02} = 4 \text{ V} \rightarrow I_{D02} = 1 \text{ mA}$

c.) Váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítőkép:

$$S_1 = 2 \frac{I_{D01}}{U_{GS01} - U_p} = 1 \text{ mS}$$

$$S_2 = 2 \frac{I_{D02}}{U_{GS02} - U_p} = 1 \text{ mS}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(-\frac{R_{D1}}{\frac{1}{S_1} + R_{S1}} \right) \left(\frac{R_{S2}}{\frac{1}{S_2} + R_{S2}} \right) = -\frac{2 \cdot 12}{3 \cdot 13} = -0,6154$$



d.) $u_{be} = 0, \rightarrow$ egyenáramú állapot:

A tranzisztorok disszipációja: $P_{D1} = I_{D01} U_{DS01} = 1 \cdot 14 = 14 \text{ mW}$ $P_{D2} = I_{D02} U_{DS02} = 1 \cdot 6 = 6 \text{ mW}$

A T1 tranzisztor melegedik jobban mert $P_{D1} > P_{D2}$.