

Elektronika 1.	3. vizsga	2018. 01. 12.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	iMsc
Név:		Neptun:							

1. Feladat

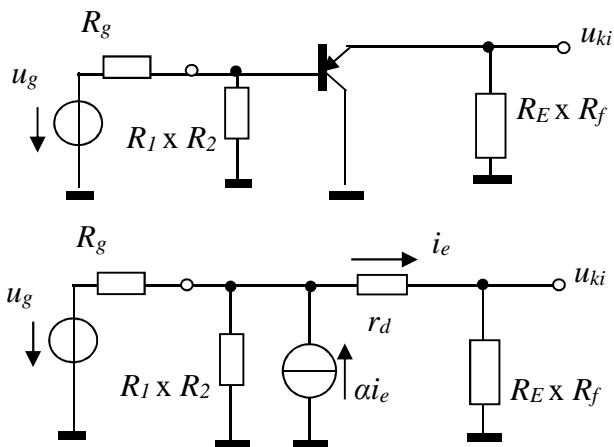
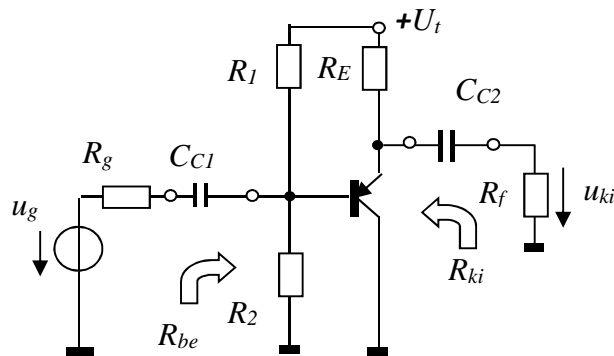
Rajzolja le

- az R_g generátor ellenállású meghajtó fokozat és az R_f ellenállású terhelés között működő,
- mind a bemeneten mind a kimeneten kapacitív csatolású,
- egytelepes (pozitív telepfeszültségű) munkapont beállítású,
- pnp (!!!) tranzisztort tartalmazó, földelt kollektoros erősítőt!

Rajzolja le a fenti erősítő váltóáramú és kisjelű, lineáris helyettesítő képét,

adja meg a kis jelű erősítő paraméterek értékét, $R_{be} = ?$, $R_{ki} = ?$ (ha $u_g=0$), $u_{ki}/u_g=?$

Megoldás:



$$R_{be} = R_1 \times R_2 \times (1 + \beta)(r_d + R_E \times R_f) \quad R_{ki} = (r_d + (1 - \alpha)(R_g \times R_1 \times R_2)) \times R_E$$

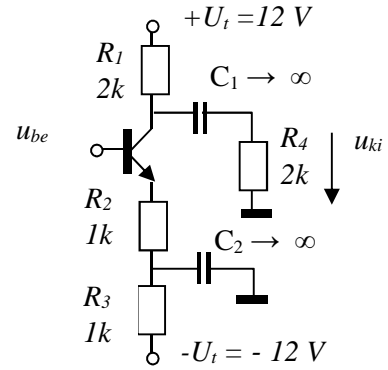
$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \frac{R_E \times R_f}{r_d + R_E \times R_f}$$

2. Feladat

A tranzisztor adatai: $U_m = 0.5 \text{ V}$, $A=1$.

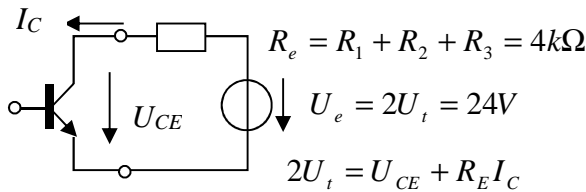
Határozza meg az alábbi kivezérlehetőségi jellemzőket:

- $U_{CE}^+ = ?$ ha $I_{E0} = 3 \text{ mA}$.
- $U_{CE}^- = ?$ ha $I_{E0} = 3 \text{ mA}$.
- $I_{E0opt} = ?$ ha a kimenő szinuszos jel amplitúdójú maximális.
- Mekkora a maximális kimeneti szinuszos feszültség amplitúdó, ha $I_{E0} = I_{E0opt}$?

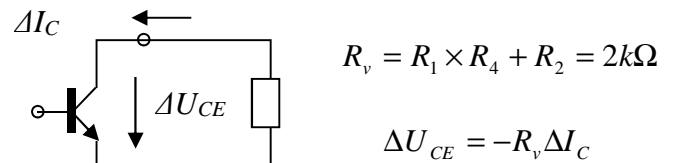


Megoldás:

A tranzisztor egyenáramú lezárása:



A tranzisztor váltóáramú lezárása:



Kimeneti karakterisztika:

a.)

$$\begin{aligned} U_{CE}^+ &= U_e - R_e I_{C0} - U_m = \\ &= 2U_t - (R_1 + R_2 + R_3)I_{C0} - U_m = \\ &= 24 - 4 \cdot 3 - 0,5 = \mathbf{11,5V} \end{aligned}$$

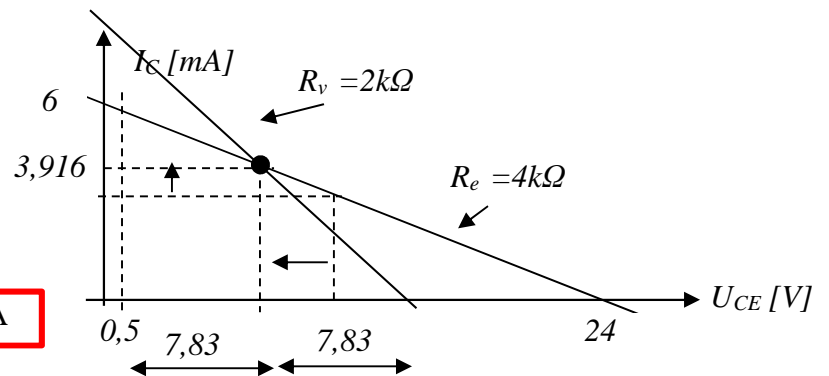
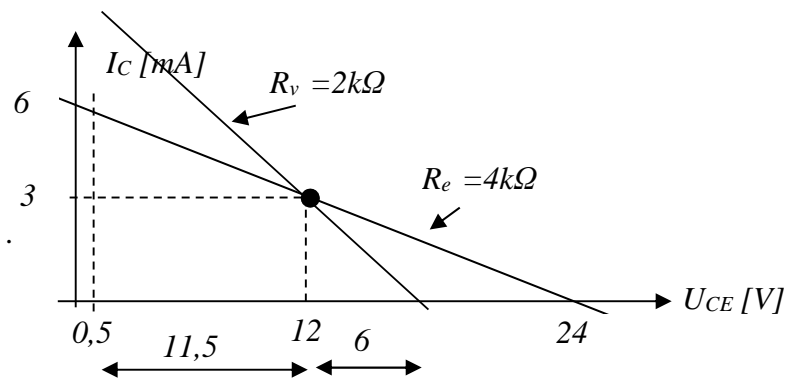
b.)

$$\begin{aligned} U_{CE}^- &= R_v I_{C0} = (R_1 \times R_4 + R_2)I_{C0} = \\ &= 2 \cdot 3 = \mathbf{6V} \end{aligned}$$

c.) I_{C0opt} : $U_{CE}^+ = U_{CE}^-$

$$\rightarrow 24 - 4I_{C0opt} - 0,5 = 2I_{C0opt}$$

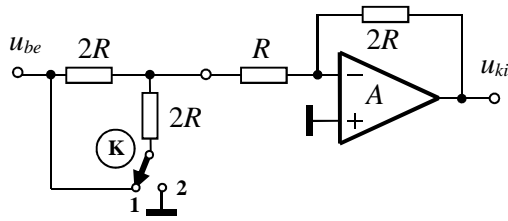
$$\rightarrow \mathbf{I_{E0opt} = I_{C0opt} = \frac{23,5}{6} = 3,916 \text{ mA}}$$



d.) Szimmetrikus, maximális kivezérítés: $\Delta U_{CE} = U_{CE}^+ = U_{CE}^- = R_v I_{C0opt} = 2 \cdot 3,916 = 7,84V$

Kimeneti leosztás után a kimeneti maximális amplitúdó: $\Delta u_{ki} = \frac{R_1 \times R_4}{R_2 + R_1 \times R_4} \Delta U_{CE} = \mathbf{3,916V}$

3. Feladat



$$R = 100 \text{ k}\Omega$$

a.) $U_{ki0hiba} = ?$, ha $K \rightarrow 1$, $A = \infty$, $U_{beoffs} = 10 \text{ mV}$.

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $K \rightarrow 1$, $A = \infty$,

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha $K \rightarrow 2$, $A = \infty$,

d.) Írja fel $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s)$ transzfer függvényt Bode-normált alakban, paramétereit (törésponti frekvenciát,

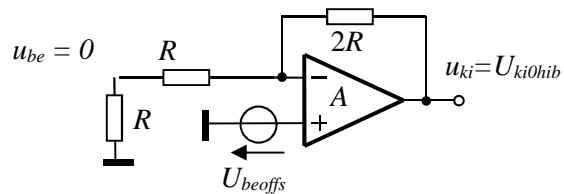
csillapítási együtthatót) számszerűen határozza meg, ha $K \rightarrow 2$, és $A = A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)}$,

$$A_0 = 2 \cdot 10^4, \omega_1 = 5 \text{ rad/s}, \omega_2 = 5 \times 10^4 \text{ rad/s}.$$

Megoldás:

a.)

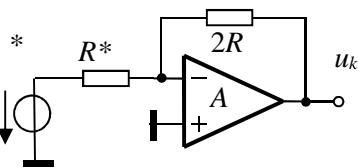
$$U_{ki0hiba} = U_{beoffs} \left(1 + \frac{2R}{2R} \right) = \boxed{20 \text{ mV}}$$



A bemeneti Thevenin helyettesítő kapcsolás:

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $K \rightarrow 1$, A ideális,

$$u_{be}^* = u_{be}, \quad R^* = (2R \times 2R) + R = 2R$$



$$A_{id1} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{2R}{R^*} = \boxed{-1}$$

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $K \rightarrow 2$, A ideális,

$$u_{be}^* = \frac{u_{be}}{2}, \quad R^* = (2R \times 2R) + R = 2R$$

$$A_{id2} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{2u_{be}^*} = -\frac{1}{2} \frac{2R}{R^*} = \boxed{-\frac{1}{2}}$$

d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, $K \rightarrow 2$,

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id2} \frac{\beta A(s)}{1 + \beta A(s)} = A_{id2} \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \frac{1}{1 + 2\zeta s/\Omega_0 + (s/\Omega_0)^2}$$

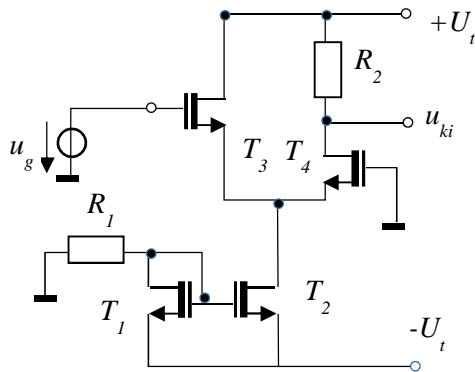
Ahol: $\beta = \frac{2R}{2R + 2R} = \frac{1}{2}$

$$A_0 \beta = 10^4 \quad \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \cong 1$$

$$\Omega_0 = \sqrt{(1 + A_0 \beta) \omega_1 \omega_2} \cong \sqrt{A_0 \beta \omega_1 \omega_2} = \boxed{5 \cdot 10^4 \text{ rad/sec}}$$

$$\zeta \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\omega_2}{A_0 \beta \omega_1}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^4}} = \boxed{\frac{1}{2}}$$

4. Feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = ?, R_2 = 3 \text{ k}\Omega$$

A tranzisztorok adatai:

$$T_1 \equiv T_2 : U_{p12} = 4 \text{ V}, I_{D0012} = 8 \text{ mA},$$

$$T_3 \equiv T_4 : U_{p34} = 4 \text{ V}, I_{D0034} = 4 \text{ mA}$$

továbbá T_3 és T_4 munkaponti áramai:

$$I_{D03} = I_{D04} = 1 \text{ mA}.$$

Kérdések:

a.) T_1 munkaponti árama: $I_{D01} = ?$

b.) $R_1 = ?$

c.) Munkaponti disszipációk: $P_{tr10} = ?$ $P_{tr20} = ?$

d.) Munkaponti disszipációk: $P_{tr30} = ?$ $P_{tr40} = ?$

Megoldás:

a.) $I_{D02} = I_{D03} + I_{D04} = 2 \text{ mA}$, áramtükör: $I_{D01} = I_{D02} = 2 \text{ mA}$

b.)
$$I_{D01} = I_{D001} \left(\frac{U_{GS01} - U_{p1}}{U_{p1}} \right)^2, \quad \left(\frac{U_{GS01} - U_{p1}}{U_{p1}} \right) = \sqrt{\frac{I_{D01}}{I_{D001}}}, \quad \left(\frac{U_{GS01} - 4}{4} \right) = \sqrt{\frac{2}{8}} = \frac{1}{2},$$

$$U_{GS01} = U_{DS01} = 6 \text{ V} \quad U_t = I_{D01} R_1 + U_{DS01}, \quad R_1 = \frac{U_t - U_{GS01}}{I_{D01}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ k}\Omega$$

Munkaponti disszipációk:

c.)

$$P_{tr10} = U_{DS01} I_{D01} = U_{GS01} I_{D01} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ mW}$$

$$\left(\frac{U_{GS03} - U_{p3}}{U_{p3}} \right) = \sqrt{\frac{I_{D03}}{I_{D003}}}, \quad \left(\frac{U_{GS01} - 4}{4} \right) = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}, \quad U_{GS03} = 6 \text{ V}$$

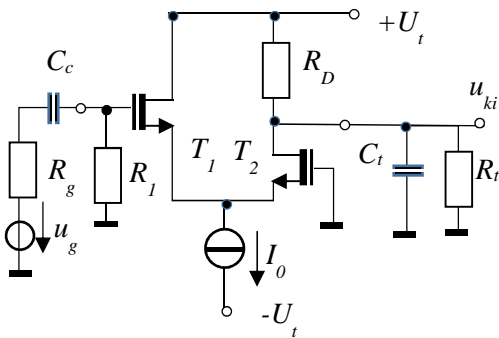
$$P_{tr20} = U_{DS02} I_{D02} = (U_t - U_{GS03}) I_{D02} = (12 - 6) 2 = 12 \text{ mW}$$

d.)

$$P_{tr30} = U_{DS03} I_{D03} = (U_t + U_{GS03}) I_{D03} = (12 + 6) 1 = 18 \text{ mW}$$

$$P_{tr40} = U_{DS04} I_{D04} = (U_t + U_{GS03} - R_2 I_{D04}) I_{D04} = (12 + 6 - 3) 1 = 15 \text{ mW}$$

5. Feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, I_0 = 2 \text{ mA}$$

$$R_1 = 8 \text{ k}\Omega, R_D = 5 \text{ k}\Omega, R_g = 2 \text{ k}\Omega, R_t = 5 \text{ k}\Omega$$

beépített, csatoló kondenzátor: $C_c = 1 \mu\text{F}$

parazita, terhelő kapacitás: $C_t = 2 \text{ pF}$

A tranzisztorok adatai:

$$T_1 \equiv T_2 : \text{ munkaponti meredekség: } S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$$

Kérdések:

a.) Rajzolja le az erősítő szélessávú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!

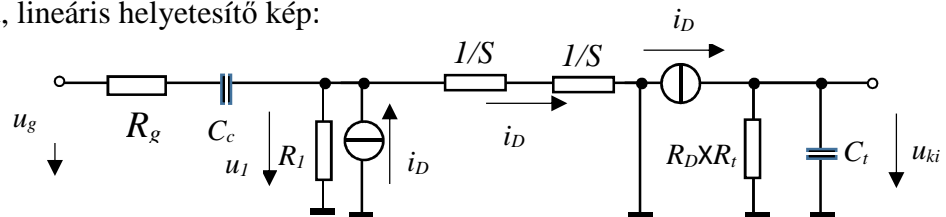
b.) Rajzolja le az erősítő középfrekvenciás, rezisztív (frekvencia független), kisjelű, lineáris helyettesítő képét! Adja meg az u_{ki} / u_g feszültségerősítés középfrekvenciás, (az üzemi sávon belüli) értékét!

c.) Milyen típusú és milyen értékű határfrekvenciát okoz u_{ki} / u_g feszültségerősítés frekvencia menetében a beépített, nagy értékű $C_c = 1 \mu\text{F}$ csatoló kondenzátor?

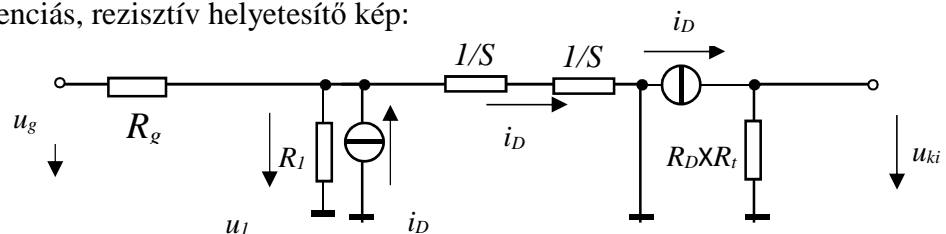
d.) Milyen típusú és milyen értékű határfrekvenciát okoz u_{ki} / u_g feszültségerősítés frekvencia menetében a parazita, kis értékű $C_t = 2 \text{ pF}$ kapacitás?

Megoldás:

a.) Szélessávú, lineáris helyettesítő kép:



b.) Középfrekvenciás, rezisztív helyettesítő kép:



$$\left. \frac{u_{ki}}{u_g} \right|_{C_c = \infty, C_t = 0} = A_0 = \frac{u_1}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{R_1}{R_g + R_1} \frac{R_D \times R_t}{2 \frac{1}{S}} = \frac{8}{10} \frac{2,5}{2} = 1$$

c.) Csatoló kondenzátor okozta **alsó** határfrekvencia:

$$\omega_a = \frac{1}{C_c (R_g + R_{be})} \Big|_{R_{be} = R_1} = \frac{1}{10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3} = 100 \text{ rad/sec}$$

d.) Párhuzamos terhelő kapacitás okozta **felső** határfrekvencia:

$$\omega_f = \frac{1}{C_c (R_{ki} \times R_t)} \Big|_{R_{ki} = R_D} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-12} \cdot 2,5 \cdot 10^3} = \frac{1}{5} 10^9 = 200 \cdot 10^6 = 200 \text{ Mrad/sec}$$