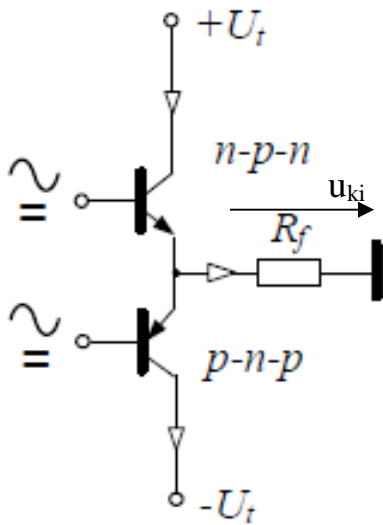


Elektronika 1.	ZH	2017. 10. 27.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat

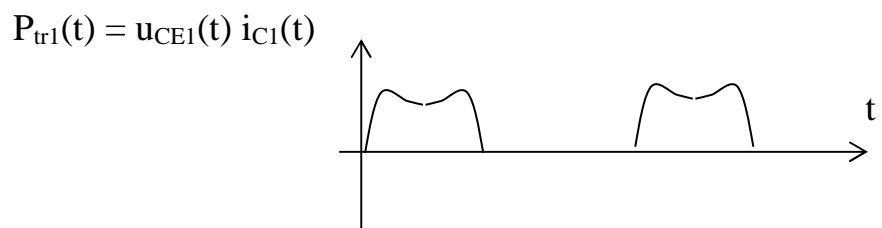
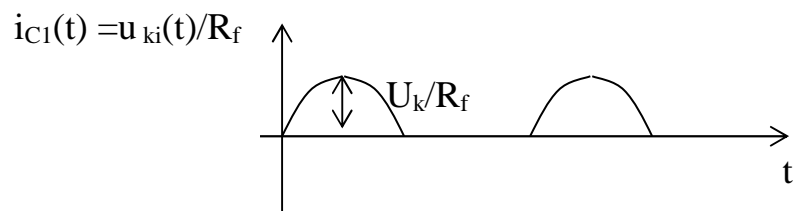
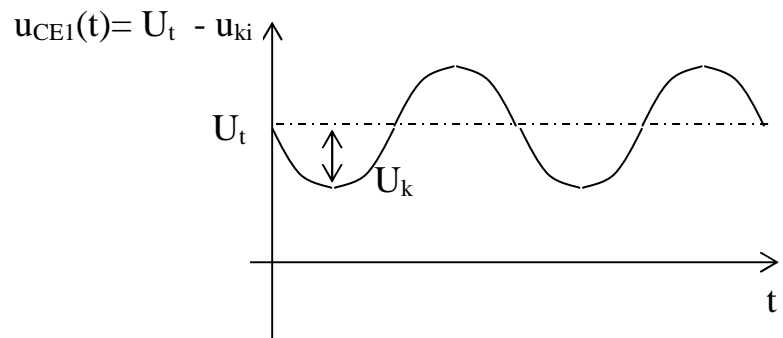
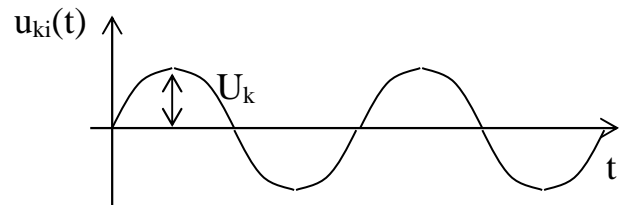
Rajzolja le a bipoláris, komplementer tranzisztorokból felépülő ellenütemű végfokozatot! Feltételezzük, hogy a végfokozat „B” osztályú és a kimeneti jel U_k amplitúdójú szinuszos feszültség, $u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$. Mekkora U_k lehetséges maximális értéke, hogyan függ a telepfeszültségtől, a 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:



$$u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$$

$$U_{kmax} = U_t - U_m$$



2. feladat Az áramkör adatai:

$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = R_2 = 40 \text{ k}\Omega, R_D = 1,5 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

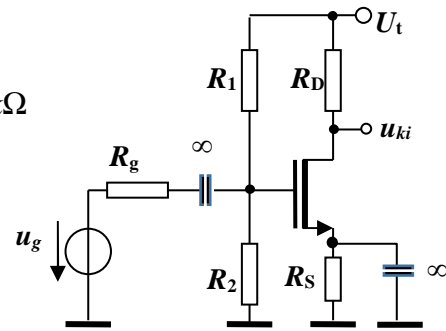
A tranzisztor :

n csatornás növekményes MOS FET

paraméterei: $U_p = 2 \text{ V}, I_{D00} = 1 \text{ mA}$,

munkaponti árama: $I_{D0} = 1 \text{ mA}$ és

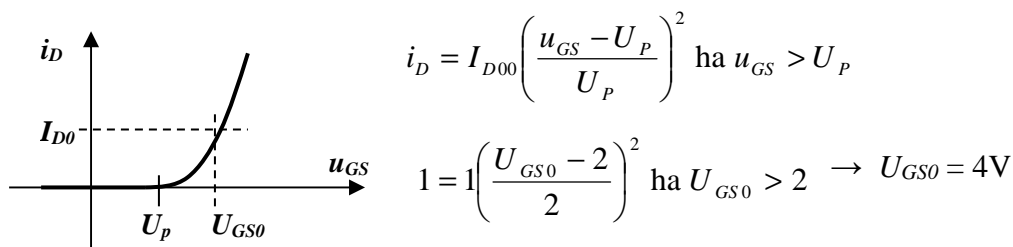
a munkapont az elzáródás feletti tartományban van.



- Rajzolja le a tranzisztor $i_D(u_{GS})$ transzfer karakterisztikáját, határozza meg az U_{GS0} munkaponti feszültséget és az ehhez szükséges R_S ellenállás értékét!
- Rajzolja le a tranzisztor $i_D(u_{DS})$ kimeneti karakterisztikája síkján az elzáródás feletti tartomány határát, a munkapontot, továbbá az egyenáramú- és váltóáramú munka-egyeneseket! Határozza meg a záró irányú U_{DS}^- kivezérelhetőséget!
- Határozza meg a nyitó irányú U_{DS}^+ kivezérelhetőséget!
- Mekkora a tranzisztor munkaponti disszipációs teljesítménye?

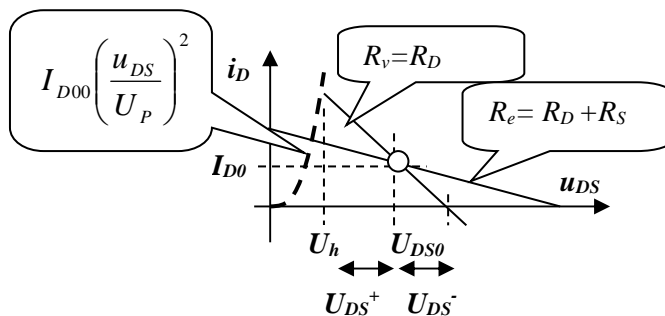
Megoldás:

a.)



$$\text{A gate potenciál: } U_{G0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = 6 \text{ V} \rightarrow R_s = \frac{U_G - U_{GS0}}{I_{D0}} = 2 \text{ k}\Omega$$

b.)



c.)

$$I_{D00} \left(\frac{U_h}{U_p} \right)^2 = I_{D0} + \frac{U_{DS0} - U_h}{R_D} \rightarrow \frac{U_h^2}{4} = 1 + \frac{8,5 - U_h}{1,5} \rightarrow U_h^2 + \frac{4}{1,5} U_h - \frac{40}{1,5} = 0 \rightarrow U_h = \begin{cases} 4 \\ -6,67 \end{cases} \text{ V}$$

$$U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_h = U_t - (R_s + R_D) I_{D0} - U_h = 12 - 3,5 - 4 = 4,5 \text{ V}$$

d.)

$$P_{Dir} \Big|_{u_g = 0} = U_{DS0} I_{D0} = 8,5 \text{ mW}$$

3. feladat Az áramkör adatai:

$$R_1 = R_2 = 40 \text{ k}\Omega, \quad R_D = 1,5 \text{ k}\Omega, \quad R_S = 2 \text{ k}\Omega,$$

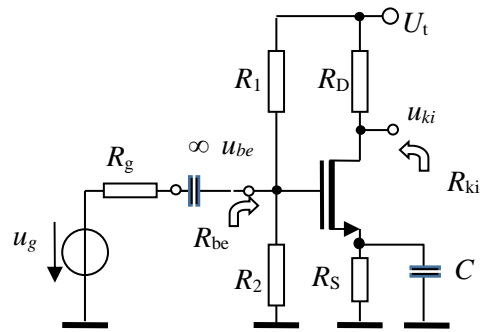
$$R_g = 10 \text{ k}\Omega, \quad C \rightarrow \infty$$

A tranzisztor:

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

munkaponti árama: $I_{D0} = 1 \text{ mA}$ és

a munkapont az elzáródás feletti tartományban van.



a.) Határozza meg a tranzisztor munkaponti meredekségét, rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!

b.) Határozza meg az erősítő R_{be} és R_{ki} ellenállás paramétereit!

c.) Határozza meg az u_{ki}/u_{be} és u_{ki}/u_g feszültség erősítések értékeit!

d.) Mennyi lesz az R_{be} és R_{ki} és u_{ki}/u_g kisjelű erősítő paraméterek értéke, ha az áramkorból kivesszül a C source-hidgító kondenzátort ($C = 0$)?

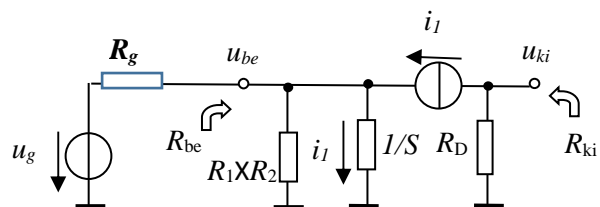
Megoldás:

a.)

$$\text{A gate potenciál: } U_{G0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = 6 \text{ V}$$

$$U_{GS0} = U_G - R_S I_{D0} = 4 \text{ V}$$

$$S = 2 \frac{I_0}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$



b.)

$$R_{be} = R_1 \times R_2 = 20 \text{ k}\Omega \quad R_{ki} = R_D = 1,5 \text{ k}\Omega$$

c.)

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -S R_D = -1,5, \quad \frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{bei}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(\frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \right) (-S R_D) = \left(\frac{20}{30} \right) (-1,5) = -1$$

d.) $C = 0$

A be- és kimeneti ellenállások nem változnak: $R_{be} = 20 \text{ k}\Omega$ $R_{ki} = 1,5 \text{ k}\Omega$.

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{bei}}{u_g} \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(\frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \right) \left(-\frac{R_D}{\frac{1}{S} + R_S} \right) = \left(\frac{20}{30} \right) \left(-\frac{1,5}{3} \right) = -0,33$$

4. feladat

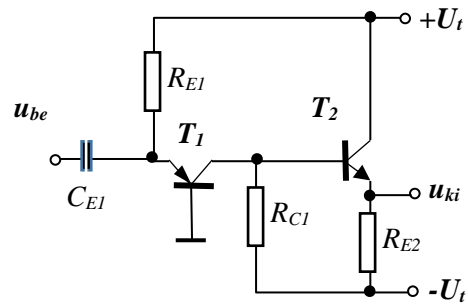
Az áramkör adatai: $U_t = 5\text{ V}$,

$$R_{E1} = 2,2\text{ k}\Omega \quad R_{C1} = 2\text{ k}\Omega, \quad R_{E2} = 1,7\text{ k}\Omega,$$

A tranzisztorok adatai :

$$T1: \text{ pnp, } U_{EB0} = 0,6\text{ V, } B_1 = \infty$$

$$T2: \text{ npn, } U_{BE0} = 0,6\text{ V, } B_2 = \infty$$



- Számolja ki a tranzisztorok munkaponti I_{E10} , I_{E20} , emitter-áramait!
- Határozza meg a kimenet U_{ki0} munkaponti potenciálját!
- Határozza meg a tranzisztorok munkaponti P_{D1tr} , P_{D2tr} disszipációs teljesítményeit!
- Mekkorák lesznek a munkaponti emitter-áramok, ha a tranzisztorokra az egynél kisebb $A_1 = A_2 = 0,9$ közös bázisú áramerősítési tényezőket kell figyelembe venni?

Megoldás:

a.)

$$I_{E10} = \frac{U_t - U_{EB0}}{R_{E1}} = \frac{5 - 0,6}{2,2} = 2\text{ mA} \quad I_{E20} = \frac{R_{C1} I_{C10} - U_{BE0}}{R_{E2}} = \frac{2 \cdot 2 - 0,6}{1,7} = 2\text{ mA}$$

b.)

$$U_{ki0} = -U_t + R_{E2} I_{E20} = -5 + 1,7 \cdot 2 = -1,6\text{ V}$$

c.)

$$P_{D1tr} = U_{EC10} I_{E10} = (2U_t - (R_{E2} + R_{C1}) I_{E10}) I_{E10} = 1,6 \cdot 2 = 3,2\text{ mW}$$

$$P_{D2tr} = U_{CE20} I_{E20} = (U_t - U_{ki0}) I_{E20} = 6,6 \cdot 2 = 13,2\text{ mW}$$

d.) I_{E10} nem változik: $I_{E10} = \frac{U_t - U_{EB0}}{R_{E1}} = \frac{5 - 0,6}{2,2} = 2\text{ mA}$

$$R_{C1} (I_{C10} - I_{B20}) = U_{BE0} + R_{E2} I_{E20} \quad \text{azaz} \quad R_{C1} (A_1 I_{E10} - (1 - A_2) I_{E20}) = U_{BE0} + R_{E2} I_{E20}$$

$$I_{E20} = \frac{R_{C1} A_1 I_{E10} - U_{BE0}}{R_{E2} + (1 - A_2) R_{C1}} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 2 - 0,6}{1,7 + 0,1 \cdot 2} = \frac{3}{1,9} = 1,58\text{ mA}$$

5. feladat

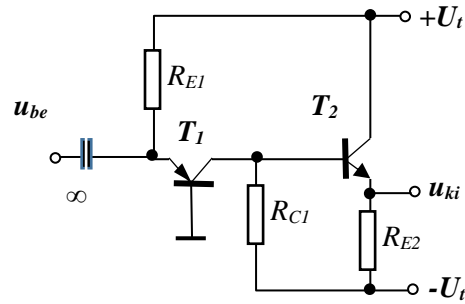
Az áramkör adatai:

$$R_{E1} = 2,2 \text{ k}\Omega, \quad R_{C1} = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_{E2} = 1,7 \text{ k}\Omega,$$

A tranzisztorok adatai : $U_T = 26 \text{ mV}$

$T1$: npn, $I_{E10} = 2 \text{ mA}$, $\beta_1 = \infty$

$T2$: npn, $I_{E20} = 2 \text{ mA}$, $\beta_2 = \infty$

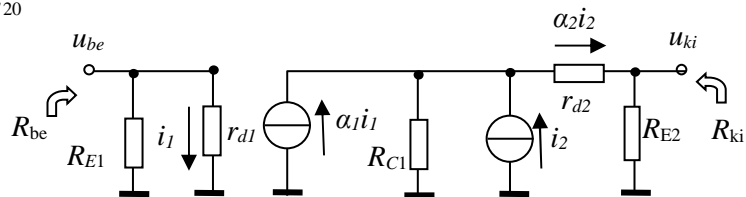


- Határozza meg a tranzisztorok munkaponti dióda ellenállását, rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!
- Határozza meg az erősítő R_{be} és R_{ki} ellenállásait!
- Határozza meg az u_{ki}/u_{be} feszültség erősítést!
- Mennyi lesz az R_{be} és R_{ki} és u_{ki}/u_{be} kisjelű erősítő paraméterek értéke, ha a tranzisztoroknál $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,9$ értéket kell figyelembe venni?

Megoldás:

$$a.) \quad r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E10}} = 13 \Omega, \quad r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E20}} = 13 \Omega$$

$$\beta_1 = \beta_2 = \infty \rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = 1$$



b.)

$$R_{be} = R_{E1} \times r_{d1} = 2200 \times 13 = 12,9 \Omega \quad R_{ki} = R_{E2} \times r_{d2} = 1700 \times 13 = 12,9 \Omega$$

c.)

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 1 \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(\frac{R_{C1}}{r_{d1}} \right) \left(\frac{R_{E2}}{r_{d2} + R_{E2}} \right) = \frac{2000}{13} \frac{1700}{1713} = 152,7$$

d.)

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 0,9$$

$$R_{be} = R_{E1} \times r_{d1} = 2200 \times 13 = 12,9 \Omega \quad \text{nem változik}$$

$$R_{ki} = R_{E2} \times (r_{d2} + (1 - \alpha) R_{C1}) = 1700 \times (13 + 200) = 189 \Omega$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(\alpha_1 \frac{R_{C1} \times \left(\frac{r_{d2} + R_{E2}}{1 - \alpha_2} \right)}{r_{d1}} \right) \left(\frac{R_{E2}}{r_{d2} + R_{E2}} \right) = 0,9 \frac{2000 \times (10 \cdot 1713)}{13} \frac{1700}{1713} = 123$$

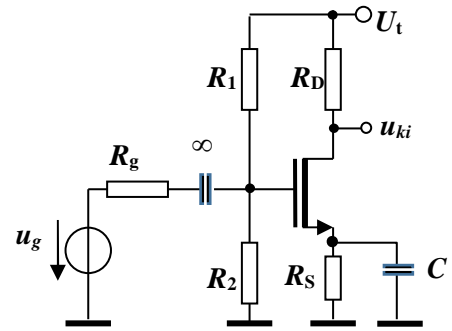
iMsc feladat: Az áramkör adatai:

$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = R_2 = 40 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

A tranzisztor:

n csatornás növekményes MOS FET

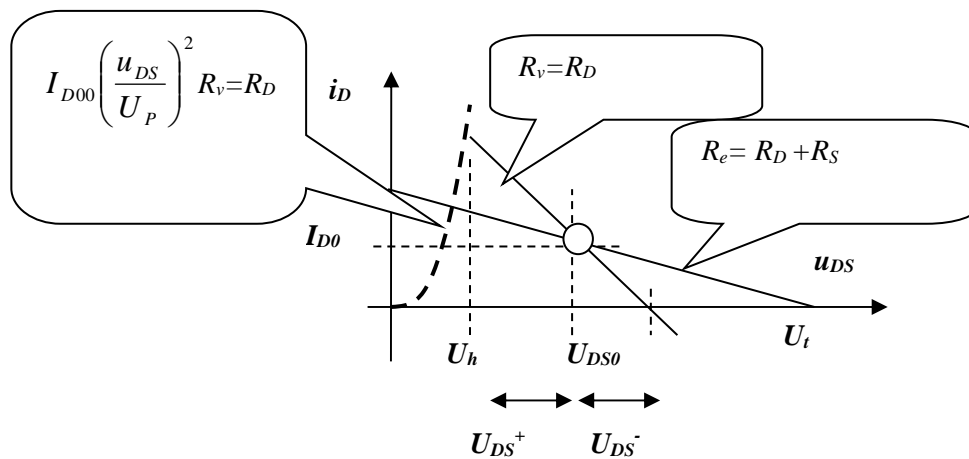
paraméterei: $U_p = 2 \text{ V}, I_{D00} = 1 \text{ mA}$,



Határozza meg az áramkör R_S és R_D ellenállásainak értékét, úgy hogy $I_{D0} = 1 \text{ mA}$ munkaponti áram mellett a tranzisztor szimmetrikus kivezélhetősége maximális legyen! ($U_{DS}^+ = U_{DS}^-$!)

Megoldás:

Az 1 mA-es munkaponti áram előírásból $R_S = 2 \text{ k}\Omega$. (lásd 2. példa a.) pontja)



$$U_{DS0} = U_t - (R_D + R_S)I_{D0} = 10 - R_D$$

$$U_{DS}^+ = U_{DS}^- = R_D I_{D0} = R_D$$

$$U_h = U_{DS0} - U_{DS}^+ = U_t - R_S I_{D0} - 2R_D I_{D0} = 10 - 2R_D$$

$$I_{D00} \left(\frac{U_h}{U_p} \right)^2 = I_{D0} + \frac{U_{DS0} - U_h}{R_D} = I_{D0} + \frac{(U_t - (R_D + R_S)I_{D0}) - (U_t - (2R_D + R_S)I_{D0})}{R_D} = 2I_{D0}$$

$$I_{D00} \left(\frac{U_h}{U_p} \right)^2 = I_{D0} + \frac{U_{DS0} - U_h}{R_D} = I_{D0} + \frac{(U_t - (R_D + R_S)I_{D0}) - (U_t - (2R_D + R_S)I_{D0})}{R_D} = 2I_{D0}$$

$$\left(\frac{10 - 2R_D}{2} \right)^2 = 1 \rightarrow 5 - R_D = \sqrt{2}$$

$$R_D = 5 - \sqrt{2} = 3,59 \text{ k}\Omega$$