

Elektronika 1.	ZH	2021. 11. 08.	1.	2.	3.	4.	5	Σ	IMSC
Név:	Neptun:								

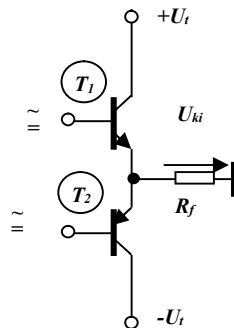
### 1. feladat

Rajzoljon le egy „A” osztályú ellenütemű végfokozatot!

Az Ön által adott áramkörben, **szinuszos** kimeneti jelalak esetén, hogyan függ a tranzisztorok munkaponti  $I_0$  áramától

- a maximális kimeneti hatásos teljesítmény,  $P_{ki\ max}(I_0) = ?$ ,
- a telepteljesítmény,  $P_t(I_0) = ?$ ,
- és egy tranzisztor maximális disszipációs teljesítménye,  $P_{D1tr\ max}(I_0) = ?$
- Mekkora lehet  $I_0$  maximális értéke?

Megoldás:



$$I_{10} = I_{20} = I_0 \quad i_1 = I_{10} + \Delta i, \quad i_2 = I_{20} - \Delta i, \quad \Delta i = I_a \cos(\omega t)$$

$$u_{CE1} = U_t - 2R_f \Delta i, \quad i_2 = I_{20} - \Delta i, \quad \Delta i = I_a \cos(\omega t)$$

$$P_{ki\ max} = 2R_f \left( I_0 \right)^2,$$

$$P_t = 2U_t I_0$$

$$P_{D1tr} = U_t I_0$$

$$I_0 \leq \frac{U_t - U_m}{2R_f}$$

mert  $I_{0max} = I_{0opt} \quad U_{CE}^+ = U_{CE}^- \Rightarrow U_{CE0} - U_m = 2R_f I_0$

2. feladat Az áramkör adatai:

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

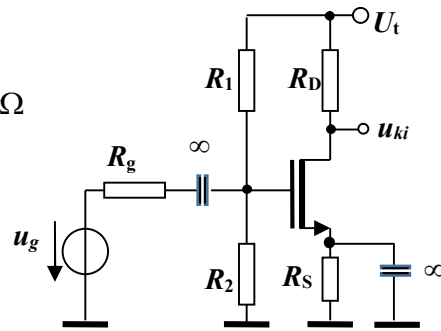
A tranzisztor:

n csatornás növekményes MOS FET

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

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

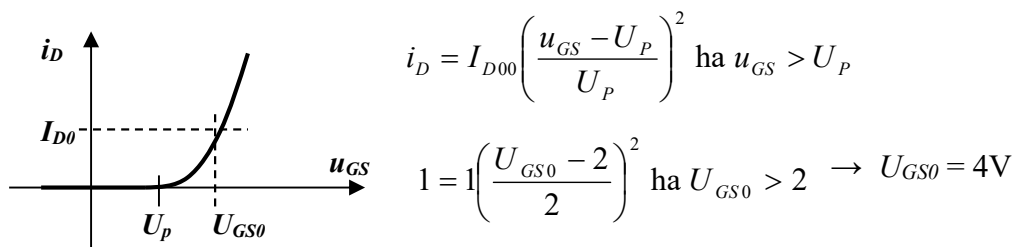
a munkapont az elzáródás feletti tartományban van.



- 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?

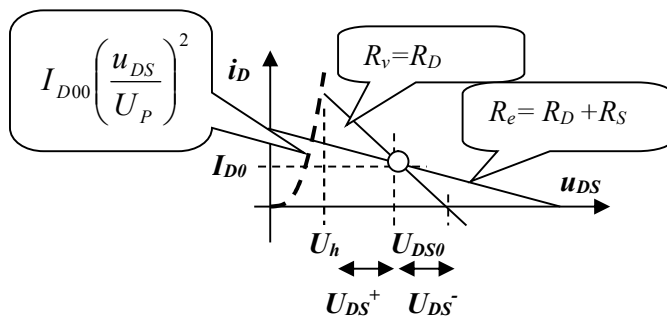
Megoldás:

a.)



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

b.)



$$U_{DS0} = U_t - (R_D + R_S) I_{D0} = \boxed{8,5 \text{ V}}$$

$$U_{DS}^- = R_D I_{D0} = \boxed{1,5 \text{ V}}$$

c.)

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

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

d.)

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

**3. feladat** Az áramkör adatai:

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

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

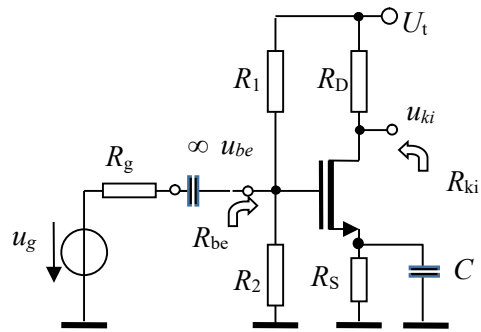
A tranzisztor:

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.



- Határozza meg a tranzisztor munkaponti meredekségét, rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét!
- Határozza meg az erősítő  $R_{be}$  és  $R_{ki}$  ellenállás paramétereit!
- Határozza meg az  $u_{ki}/u_{be}$  és  $u_{ki}/u_g$  feszültség erősítések értékeit!
- Mennyi lesz az  $R_{be}$  és  $R_{ki}$  és  $u_{ki}/u_g$  kisjelű erősítő paraméterek értéke, ha az áramkorból kivesszük a  $C$  source-hidegítő kondenzátort ( $C = 0$ )?

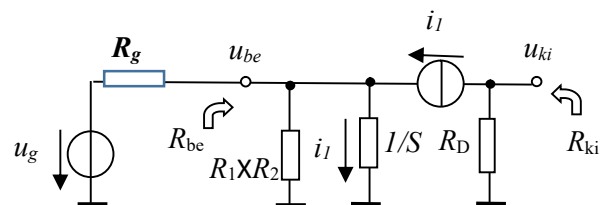
Megoldás:

a.)

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

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

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



b.)

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

c.)

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

d.)  $C = 0$

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

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

#### 4. feladat

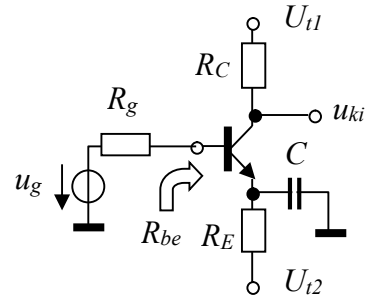
Az áramkör adatai:

$$R_C = 3,5 \text{ k}\Omega, R_E = 2,8 \text{ k}\Omega, R_g = 1 \text{ k}\Omega,$$

$$U_{I1} = 10 \text{ V}, U_{I2} = -2 \text{ V},$$

A tranzisztor adatai:

$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, I_{E0} = 0,5 \text{ mA}, \beta = 99.$$



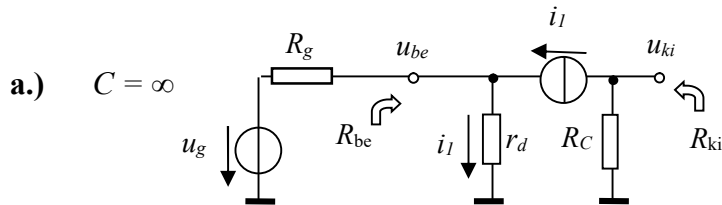
Határozza meg az alábbi kijelű erősítő jellemzőket!

a.) Rajzolja le a váltóáramú, kijelű helyettesítő képet ha  $C = \infty$ !

b.)  $R_{be} = ?$ ,  $R_{ki} = ?$ , ha  $C = \infty$       c.)  $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ , ha  $C = \infty$ .      d.)  $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ , ha  $C = 0$ .

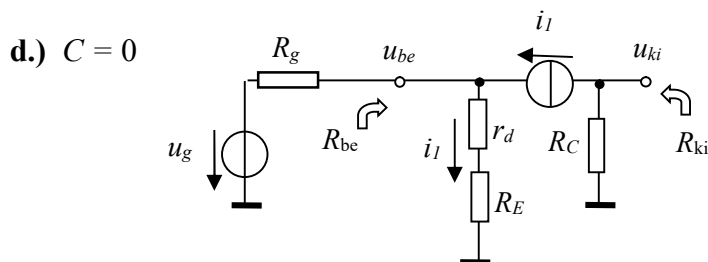
Megoldás:

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 52 \Omega, \quad \alpha = \frac{\beta}{1 + \beta} = 0,99$$



b.)  $C = \infty$      $R_{be} = (1 + \beta)r_d = \underline{5,2 \text{ k}\Omega}$      $R_{ki} = R_C = \underline{3,5 \text{ k}\Omega}$

c.)  $C = \infty$      $\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \left( -\alpha \frac{R_C}{r_d} \right) = \frac{5,2}{6,2} \left( -0,99 \frac{3,5}{0,052} \right) = \underline{-55,89}$



$$R_{be} = (1 + \beta)(r_d + R_E) = 285,2 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \left( -\alpha \frac{R_C}{(r_d + R_E)} \right) = \frac{285,2}{286,2} \left( -0,99 \frac{3,5}{2,852} \right) = \underline{-1,21}$$

## 5. feladat

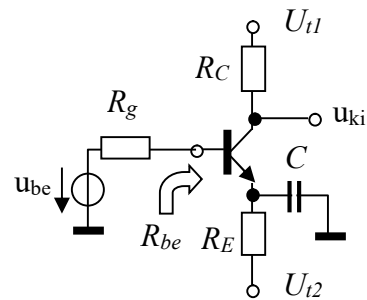
Az áramkör adatai:

$$R_C = 1 \text{ k}\Omega, R_E = 0,7 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega,$$

$$U_{t1} = +10 \text{ V}, U_{t2} = -2 \text{ V},$$

$$\text{A tranzisztor adatai: } U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, U_m = 0,5 \text{ V},$$

Határozza meg az alábbi munkaponti és kivezérelhetőségi jellemzőket!



- $I_{E0} = ?$ , ha  $B = \infty$ ,  $C = \infty$ .
- $I_{E0} = ?$ , ha  $B = 99$ ,  $C = 0$ .
- $U_{ki}^+ = ?$ ,  $U_{ki}^- = ?$  ha  $B = \beta = \infty$ ,  $C = \infty$ .
- $U_{ki}^+ = ?$ ,  $U_{ki}^- = ?$  ha  $B = \beta = \infty$ ,  $C = 0$ .

Megoldás:

$$\text{a.) Ha } B = \infty, I_{E0} = \frac{-U_{t2} - U_{BE0}}{R_E} = \frac{2 - 0,6}{0,7} = \boxed{2 \text{ mA}}$$

$$\text{b.) Ha } B = 99, I_{E0} = \frac{-U_{t2} - U_{BE0}}{(1 - A)R_g + R_E} = \frac{2 - 0,6}{0,8} = \boxed{1,75 \text{ mA}}$$

$$\text{c.) Ha } \beta = \infty, C = \infty.$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = (U_{t1} - U_{t2}) - I_{E0}(R_C + R_E) - U_m = 12 - 3,4 - 0,5 = \boxed{8,1 \text{ V} = U_{ki}^+}$$

$$U_{CE}^- = I_{E0}R_C = \boxed{2 \text{ V} = U_{ki}^-}$$

$$\text{d.) Ha } \beta = \infty, C = 0$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = (U_{t1} - U_{t2}) - I_{E0}(R_C + R_E) - U_m = 12 - 3,4 - 0,5 = 8,1 \text{ V}$$

$$U_{CE}^- = I_{E0}(R_C + R_E) = 3,4 \text{ V}$$

$$\text{kimeneti leosztás: } K = \frac{R_C}{R_C + R_E} = \frac{1}{1,7} = 0,588$$

$$U_{ki}^+ = KU_{CE}^+ = \boxed{4,76 \text{ V}}, \quad U_{ki}^- = KU_{CE}^- = \boxed{2 \text{ V}}$$

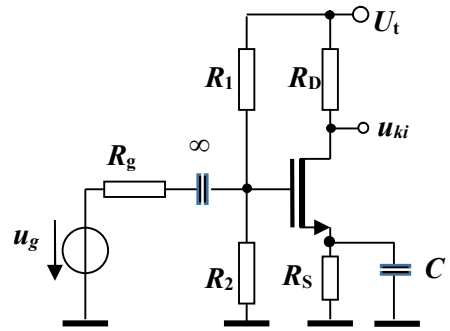
**iMsc feladat:** Az áramkör adatai:

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

A tranzisztor:

n csatornás növekményes MOS FET

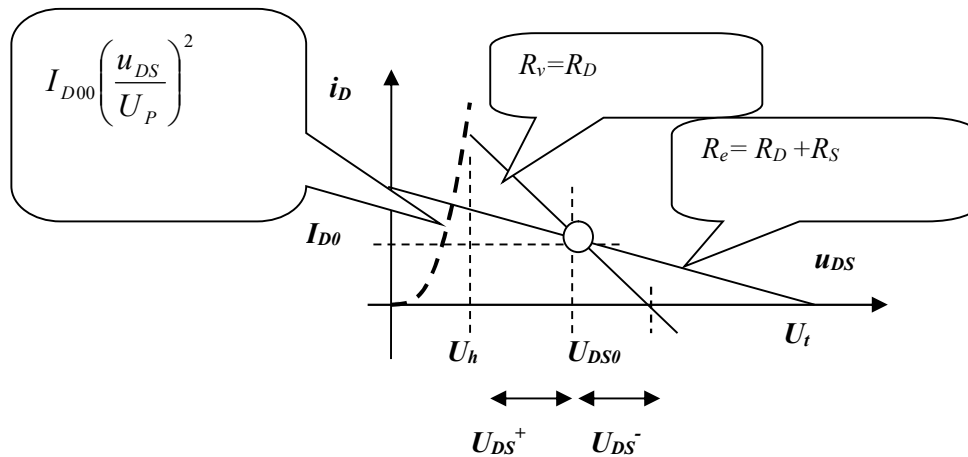
$$\text{paramétereit: } U_P = 2 \text{ V}, I_{D00} = 1 \text{ mA},$$



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)



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

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

$$U_h = U_{DS0} - U_{DS}^+ = \dots = 10 - 2R_D$$

$$I_{D00} \left( \frac{U_h}{U_P} \right)^2 = I_{D0} + \frac{U_{DS0} - U_h}{R_D} \quad \dots \quad \left( \frac{10 - 2R_D}{2} \right)^2 = 2 \rightarrow 5 - R_D = \sqrt{2}$$

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