

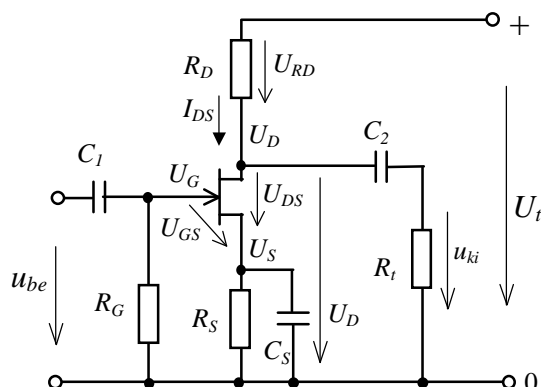
7. TÉMA

ELEKTRONIKA

Tervezélrészű tranzisztoros AC erősítő kapcsolások

Feladatok megoldása

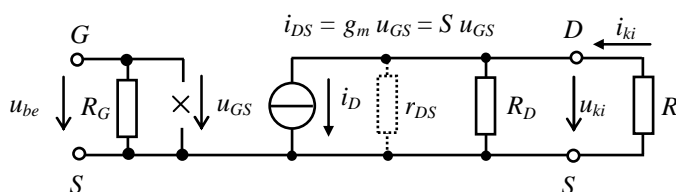
1. Tervezélrészű tranzisztorral (*JFET*) megvalósított közös source-ú (*FS*) erősítő kapcsolás látható az ábrán.



Adatok:

- a tápfeszültség : $U_t = 12 \text{ V}$
- a drain ellenállás: $R_D = 1,2 \text{ k}\Omega$
- a tranzisztor meredeksége: $g_m = S = 4,8 \text{ mS}$
- a gate ellenállás : $R_G = 1 \text{ M}\Omega$
- a terhelő ellenállás: $R_t = 1,2 \text{ k}\Omega$

- a) Rajzolja le a kapcsolás váltakozó áramú (kisjelű) fizikai helyettesítő képét!



- b) Számítsa ki az erősítő A_u feszültségerősítését!

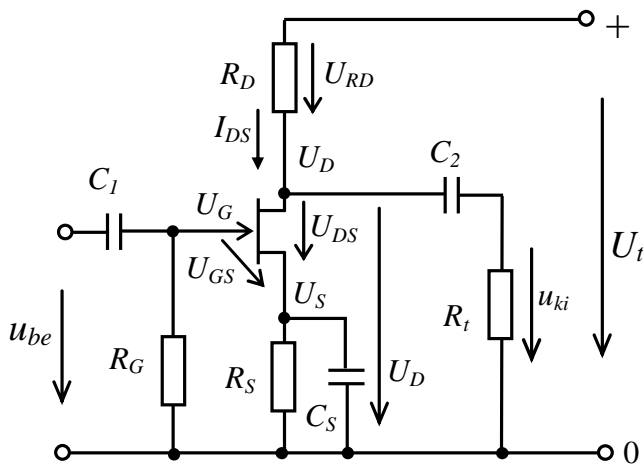
$$A_u = -g_m(R_D \times R_t) = -4,8 \cdot 10^{-3} \left(\frac{1,2 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^3} \right) = -2,88$$

$$A_u = -2,88$$

2. Egy „n” csatornás térvezérlésű tranzisztorral (*JFET*) megvalósított közös source-ú (*FS*) erősítő kapcsolás látható a 3. ábrán.

Adatok:

- a tápfeszültség: $U_t = 24 \text{ V}$
- a gate ellenállás értéke: $R_G = 1 \text{ M}\Omega$
- a drain ellenállás értéke: $R_D = 6 \text{ k}\Omega$
- a terhelő ellenállás értéke: $R_t = 1,2 \text{ k}\Omega$
- a vezérlőfeszültség: $U_{GS} = -2 \text{ V}$
- az $U_{GS} = 0 \text{ V}$ vezérlőfeszültséghez tartozó áram: $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$
- az $I_{DS} = 0$ áramhoz tartozó elzáródási feszültség: $U_0 = -4 \text{ V}$



3. ábra.

a) Határozza meg a kapcsolás I_{DS} munkaponti áramát, a drain-ellenállás U_{RD} , valamint a *JFET* drain-elektrodájának U_D feszültségét!

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0} \right)^2 = 8 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-2}{-4} \right)^2 = 2 \text{ mA}$$

$$I_{DS} = 2 \text{ mA}$$

$$U_{RD} = I_{DS} \cdot R_D = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^3 = 12 \text{ V}$$

$$U_{RD} = 12 \text{ V}$$

$$U_D = U_t - U_{RD} = U_t - U_{RD} = 24 - 12 = 12 \text{ V}$$

$$U_D = 12 \text{ V}$$

b) Számítsa ki az erősítő A_u feszültségerősítést! Adja meg az erősítés értékét **dB**-ben is! Határozza meg az R_{be} bemeneti és az R_{ki} kimeneti ellenállás értékét!

$$g_m = -\frac{2I_{DSS}}{U_0} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0} \right) = -\frac{16 \cdot 10^{-3}}{-4} \left(1 - \frac{-2}{-4} \right) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

$$g_m = S = 2 \text{ mS}$$

$$A_u = -g_m(R_D \times R_t) = -2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{6 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^3} \right) = -2$$

$$A_u = -2$$

$$A_u[dB] = 20 \lg |A_u| = 6,02 \text{ dB}$$

$$A_u[dB] = 6,02 \text{ dB}$$

$$R_{be} \cong R_G$$

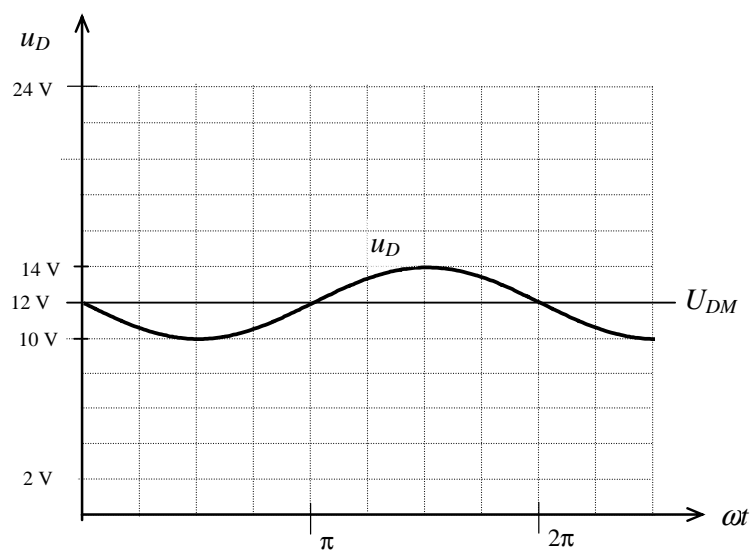
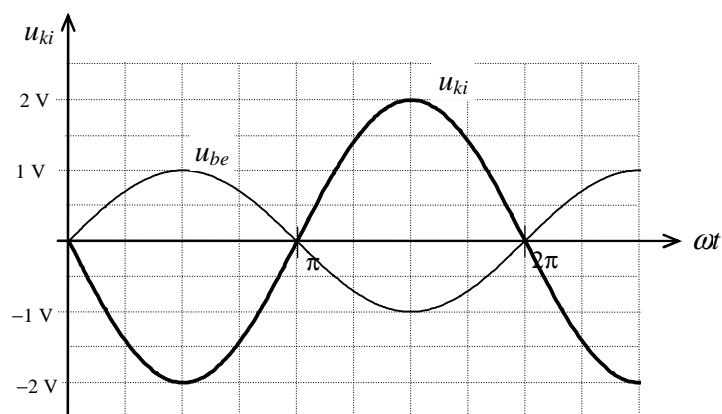
$$R_{be} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{ki} \cong R_D$$

$$R_{ki} = 6 \text{ k}\Omega$$

c) Rajzolja be léptékhelyesen a megadott koordináta-rendszerekbe

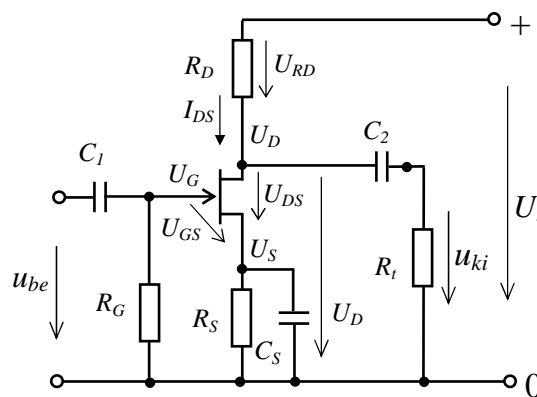
- a kapcsolat u_{ki} kimeneti feszültségének időfüggvényét
 - a tranzisztor drain elektródáján mérhető u_D feszültség időfüggvényét,
- ha a bemeneti feszültség: $u_{be} = 1 \cdot \sin \omega t \text{ [V]}$!



3. Egy 2N5459 típusú „n”csatornás térvezérlésű tranzisztorral (*JFET*) megvalósított közös source-ú (*FS*) erősítő kapcsolás látható az 1. ábrán.

Adatok:

- tápfeszültség: $U_t = 12\text{ V}$
- gate ellenállás: $R_G = 1\text{ M}\Omega$
- terhelő ellenállás: $R_t = 4\text{ k}\Omega$
- vezérlőfeszültség: $U_{GS} = -1,8\text{ V}$
- a tranzisztor drain-source feszültsége: $U_{DS} = 5,1\text{ V}$
- az $U_{GS} = 0\text{ V}$ vezérlőfeszültséghez tartozó telítési áram: $I_{DSS} = 6\text{ mA}$
- az $I_{DS} = 0$ áramhoz tartozó elzáródási feszültség: $U_0 = -3\text{ V}$



1. ábra.

a) Határozza meg a kapcsolás I_{DS} munkaponti áramát, az R_S source-ellenállás, az R_D munkaellenállás értékét, valamint a *JFET* drain-elektrodájának U_D feszültségét!

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0} \right)^2 = 6 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-1,8}{-3} \right)^2 = 0,96\text{ mA}$$

$$I_{DS} = 0,96\text{ mA}$$

$$U_{RS} \cong -U_{GS} = 1,8\text{ V}$$

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DS}} = \frac{1,8}{0,96 \cdot 10^{-3}} = 1,875\text{ k}\Omega$$

$$R_S = 1,875\text{ k}\Omega$$

$$U_t = U_{RS} + U_{DS} + U_{RD}$$

$$U_{RD} = U_t - U_{DS} - U_{RS} = 12 - 5,1 - 1,8 = 5,1\text{ V}$$

$$U_{RD} = 5,1\text{ V}$$

$$R_D = \frac{U_{RD}}{I_{DS}} = \frac{5,1}{0,96 \cdot 10^{-3}} = 5,31\text{ k}\Omega$$

$$R_D = 5,31\text{ k}\Omega$$

$$U_D = U_t - U_{RD} = 12 - 5,1 = 6,9\text{ V}$$

$$U_D = 6,9\text{ V}$$

b) Számítsa ki az erősítő A_u feszültségerősítését! Adja meg az erősítés értékét dB -ben is! Határozza meg az R_{be} bemeneti és az R_{ki} kimeneti ellenállás értékét!

$$g_m = -\frac{2I_{DSS}}{U_0} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0}\right) = -\frac{12 \cdot 10^{-3}}{-3} \left(1 - \frac{-1,8}{-3}\right) = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

$$g_m = 1,6 \text{ mS}$$

$$A_u = -g_m (R_D \times R_t) = -1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{5,31 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^3}{5,31 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3} \right) = -3,65$$

$$A_u = -3,65$$

$$A_u [dB] = 20 \lg |A_u| = 11,246 \text{ dB}$$

$$A_u [dB] = 11,246 \text{ dB}$$

$$R_{be} \cong R_G$$

$$R_{be} = 1 \text{ M}\Omega$$

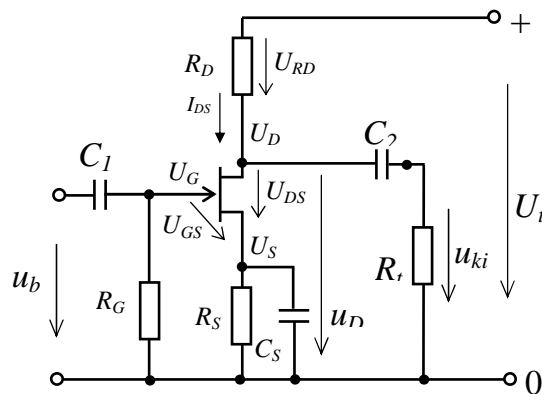
$$R_{ki} \cong R_D$$

$$R_{ki} = 5,31 \text{ k}\Omega$$

4. Egy 2N5459 típusú „n”csatornás térvezérlésű tranzisztorral (*JFET*) megvalósított közös source-ú (*FS*) erősítő kapcsolás látható az ábrán.

Adatok:

- a tápfeszültség: $U_t = 12\text{ V}$
- a gate ellenállás: $R_G = 1\text{ M}\Omega$
- a terhelő ellenállás: $R_t = 3\text{ k}\Omega$
- a vezérlőfeszültség: $U_{GS} = -2\text{ V}$
- drain ellenállás: $R_D = 3\text{ k}\Omega$
- a tranzisztor meredeksége: $g_m = S = 2\text{ mS}$
- az $U_{GS} = 0\text{ V}$ vezérlőfeszültséghez tartozó telítési áram: $I_{DSS} = 8\text{ mA}$
- az $I_{DS} = 0$ áramhoz tartozó elzáródási feszültség: $U_0 = -4\text{ V}$



- a) Határozza meg a kapcsolás I_D munkaponti áramát, az R_S source-ellenállás, az R_D munkaellenállás értékét, valamint a *JFET* drain-elektrodájának U_D feszültségét!

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0} \right)^2 = 8 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-2}{-4} \right)^2 = 2\text{ mA}$$

$$I_D = 2\text{ mA}$$

$$U_{RD} = I_D \cdot R_D = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 6\text{ V}$$

$$U_{RD} = 6\text{ V}$$

$$U_D = U_t - U_{RD} = 12 - 6 = 6\text{ V}$$

$$U_D = 6\text{ V}$$

- b) Számítsa ki az erősítő A_u feszültségerősítését! Adja meg az erősítés értékét *dB*-ben is! Határozza meg az R_{be} bemeneti és az R_{ki} kimeneti ellenállás értékét!

$$A_u = -g_m (R_D \times R_t) = -2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{3 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3} \right) = -3$$

$$A_u = -3$$

$$A_u[\text{dB}] = 20 \lg |A_u| = 9,54\text{ dB}$$

$$A_u[\text{dB}] = 9,54\text{ dB}$$

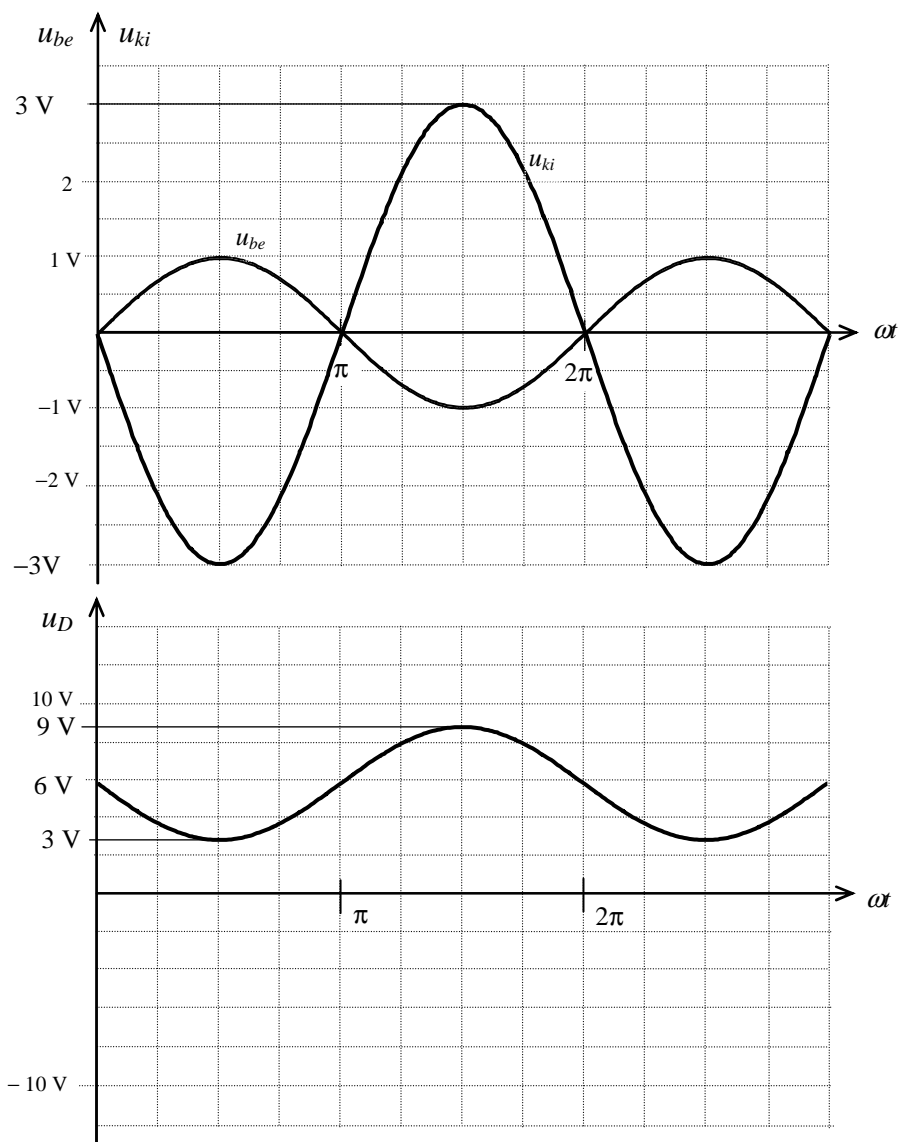
$$R_{be} \cong R_G$$

$$R_{be} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{ki} \cong R_D$$

$$R_{ki} = 3 \text{ k}\Omega$$

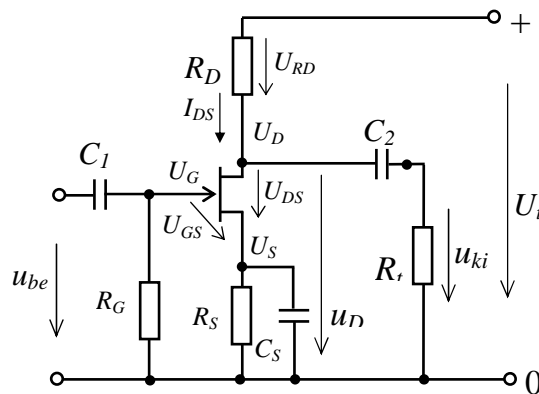
- c) Rajzolja be a megadott koordináta-rendszerekbe léptékhelyesen az u_{be} bemeneti feszültség időfüggvényét, a tranzisztor drain elektródáján mérhető u_D feszültség időfüggvényét, valamint a kapcsolás u_{ki} kimeneti feszültségének időfüggvényét, ha a bemeneti feszültség: $u_{be} = 1 \sin \omega t \text{ [V]}$!



5. Egy „ n ”csatornás térvezérlésű tranzisztorral ($JFET$) megvalósított közös source-ú (FS) erősítő kapcsolás látható az 1. ábrán.

Adatok:

- tápfeszültség: $U_t = 12 \text{ V}$
- gate ellenállás: $R_G = 1 \text{ M}\Omega$
- terhelő ellenállás: $R_t = 3,2 \text{ k}\Omega$
- tranzisztor drain-source árama: $I_{DS} = 1,5 \text{ mA}$
- tranzisztor meredeksége: $g_m = 1,25 \text{ mS}$
- az $U_{GS} = 0 \text{ V}$ vezérlőfeszültséghez tartozó telítési áram: $I_{DSS} = 6 \text{ mA}$
- az $I_{DS} = 0$ áramhoz tartozó elzáródási feszültség: $U_0 = -4,8 \text{ V}$



1. ábra.

a) Határozza meg a kapcsolás I_{DS} munkaponti áramát, az R_S source-ellenállás, valamint az R_D munkaellenállás értékét, ha a munkaellenállás U_{RD} feszültsége megegyezik a $JFET$ -re jutó U_{DS} feszültséggel!

$$U_G \cong 0$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0} \right)^2$$

$$U_{GS} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_{DS}}{I_{DSS}}}\right) \cdot U_0 = \left(1 - \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}}}\right) \cdot (-4,8) = -2,4 \text{ V}$$

$$U_{GS} = -2,4 \text{ V}$$

$$U_{RS} \cong -U_{GS} = 2,4 \text{ V}$$

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DS}} = \frac{2,4}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \text{ k}\Omega$$

$$R_S = 1,6 \text{ k}\Omega$$

$$U_t = U_{RS} + U_{DS} + U_{RD}$$

$$U_{RD} + U_{DS} = U_t - U_{RS} = 12 - 2,4 = 9,6 \text{ V}$$

$$U_{RD} + U_{DS} = 9,6 \text{ V}$$

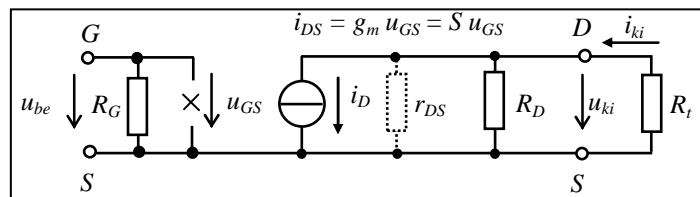
$$U_{DS} = U_{RD}$$

$$U_{RD} = U_{DS} = \frac{9,6}{2} = 4,8 \text{ V}$$

$$R_D = \frac{U_{RD}}{I_{DS}} = \frac{4,8}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 3,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_D = 3,2 \text{ k}\Omega$$

b) Rajzolja le a kapcsolás váltakozó áramú (kisjelű) helyettesítő képét!



c) Számítsa ki az erősítő A_u feszültségerősítését! Adja meg az erősítés értékét dB -ben is! Határozza meg az R_{be} bemeneti és az R_{ki} kimeneti ellenállás értékét!

$$A_u = -g_m (R_D \times R_t) = -1,25 \cdot 10^{-3} \left(\frac{3,2 \cdot 10^3 \cdot 3,2 \cdot 10^3}{3,2 \cdot 10^3 + 3,2 \cdot 10^3} \right) = -2$$

$$A_u = -2$$

$$A_u [dB] = 20 \lg |A_u| = 6,02 \text{ dB}$$

$$A_u [dB] = 6,02 \text{ dB}$$

$$R_{be} \cong R_G$$

$$R_{be} = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_{ki} \cong R_D$$

$$R_{ki} = 4 \text{ k}\Omega$$