

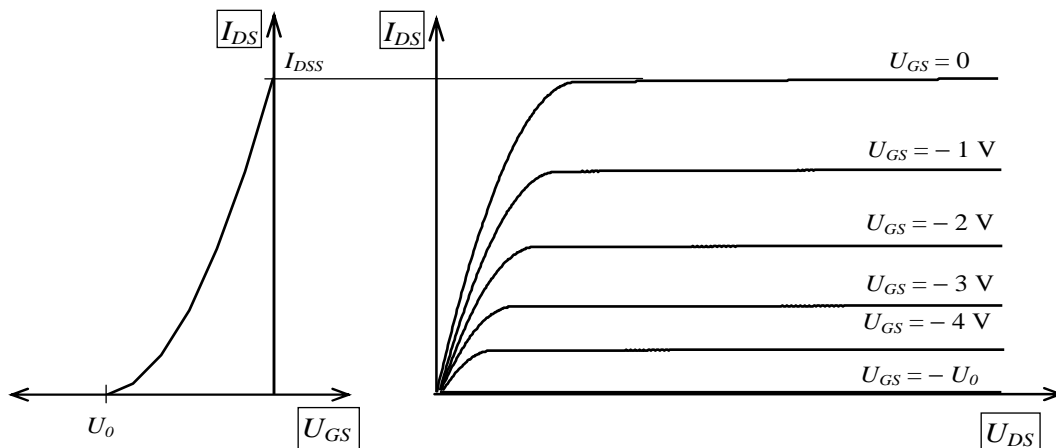
6. TÉMA

ELEKTRONIKA

Térvezérlésű tranzisztoros erősítő kapcsolások

Feladatok megoldása

1. Rajzolja fel a záróréteges térvezérlésű tranzisztor (*JFET*) transzfer és kimeneti karakterisztikáját!



2. Definiálja a *JFET* meredekségét, és adja meg kiszámításának módját!

$$S = g_m = \frac{dI_{DS}}{dU_{GS}} = \frac{\Delta I_{DS}}{\Delta U_{GS}} \quad g_m = \frac{dI_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0}\right)^2}{dU_{GS}} = -\frac{2I_{DSS}}{U_0} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_0}\right)$$

3. Mekkora U_{GS} vezérlőfeszültséget kell biztosítani annak a *JFET*-nek, amelynek az alábbi adatait ismeri!

A tranzisztor drain árama:

$$I_{DS} = 2,98 \text{ mA}$$

az $U_{GS} = 0 \text{ V}$ vezérlőfeszültséghez tartozó telítési áram:

$$I_{DSS} = 12 \text{ mA}$$

az elzáródási feszültség:

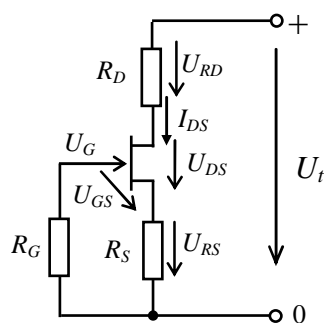
$$U_0 = -3 \text{ V!}$$

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

$$U_{GS} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_{DS}}{I_{DSS}}}\right) \cdot U_0 = \left(1 - \sqrt{\frac{2,98 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-3}}}\right) \cdot (-3) = -1,505 \text{ V}$$

$$U_{GS} = -1,505 \text{ V}$$

4. Egy *JFET* munkapont beállító kapcsolása látható az 1. ábrán.

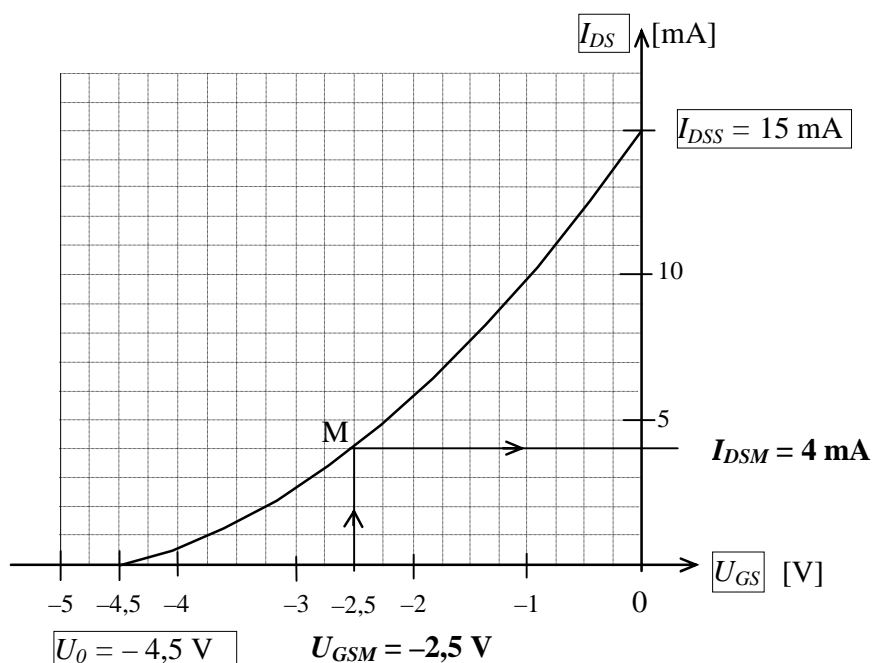


1. ábra.

Adatok:

tápfeszültség: $U_t = 12 \text{ V}$
gate ellenállás : $R_G = 1 \text{ M}\Omega$
drain-source feszültség: $U_{DS} = 5 \text{ V}$

A kapcsolatban alkalmazott *JFET* transzfer karakterisztikája a 2. ábrán látható, a koordináta tengelyek kissé hiányos jelölésével.



2. ábra.

a) Egészítse ki a transzfer karakterisztika hiányzó adatait:

- írja be a koordináta tengelyekre felmért mennyiségek és a karakterisztika jellegzetes pontjainak jelölését
- határozza meg a 0 vezérlőfeszültséghez tartozó kimeneti áram értékét
- határozza meg 0 kimeneti áramhoz tartozó vezérlőfeszültség értékét!

b) A transzfer karakterisztika segítségével határozza meg az I_{DSM} munkaponti kimeneti áram értékét, ha a munkaponti vezérlőfeszültség értéke: $U_{GSM} = -2,5 \text{ V}$!

$$I_{DSM} = 4 \text{ mA}$$

c) Határozza meg az R_S source-ellenállás és az R_D munkaellenállás értékét!

$$U_G \cong 0$$

$$U_{GSM} = -2,5 \text{ V}$$

$$U_{RS} = -U_{GSM} = 2,5 \text{ V}$$

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DSM}} = \frac{2,5}{4 \cdot 10^{-3}} = 625 \Omega$$

$$R_S = 625 \Omega$$

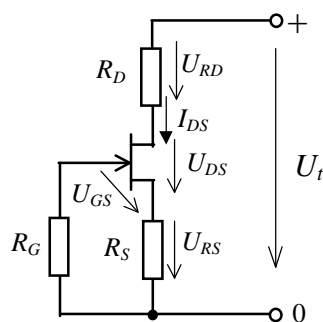
$$U_{RD} = U_t - U_{DS} - U_{RS} = 12 - 5 - 2,5 = 4,5 \text{ V}$$

$$R_D = \frac{U_{RD}}{I_{DSM}} = \frac{4,5}{4 \cdot 10^{-3}} = 0,833 \cdot 10^3 = 1125 \Omega$$

$$R_D = 1125 \Omega$$

5. Záróréteges térvezérlésű tranzisztorral (*JFET*-tel) megvalósított földelt source-ú (*FS*) kapcsolás látható az 1. ábrán.

a) A *JFET* kimeneti karakterisztikájába (2. ábra) rajzolja meg léptékhelyesen az erősítő kapcsolás egyenáramú munkaegyenesét, majd határozza meg a kapcsolás I_{DSmp} munkaponti drain áramát és az U_{DSmp} munkaponti drain-source feszültségét!



1. ábra.

Adatok:

a tápfeszültség:

$$U_t = 10 \text{ V}$$

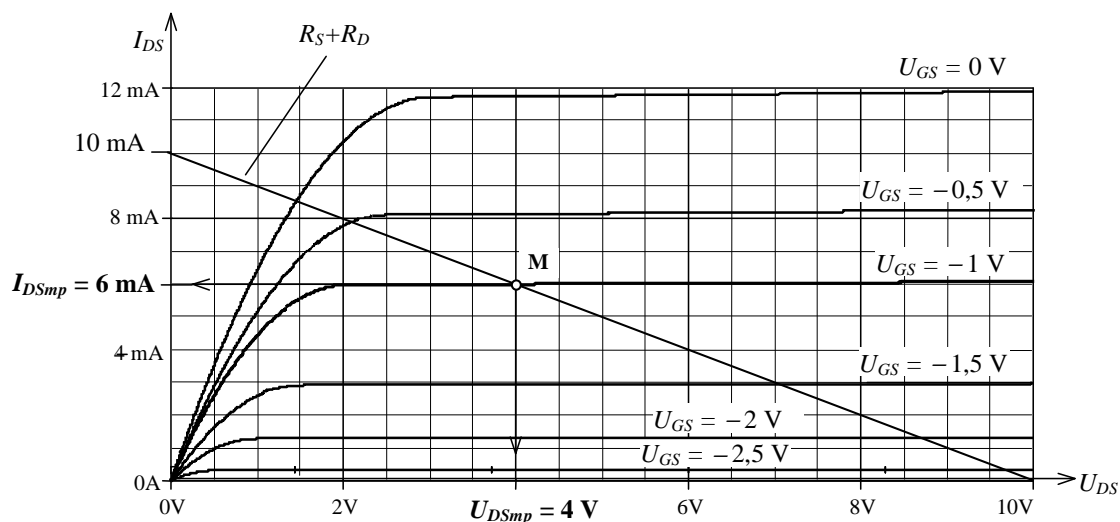
a drain és a source-ellenállások

összege:

$$R_S + R_D = 1 \text{ k}\Omega$$

a vezérlőfeszültség.

$$U_{GS} = -1 \text{ V}$$



2. ábra.

A munkaegyenest két pontja:

$$U_{DS} = U_t = 10V$$

$$I_{DS} = \frac{U_t}{R_S + R_D} = \frac{10}{1 \cdot 10^3} = 10mA$$

$$U_{DSmp} = 4V$$

$$I_{DSmp} = 6mA$$

b) Számítsa ki az R_S source-ellenállás és az R_D drain-ellenállás értékét!

$$U_{RS} = -U_{GS} = 1V$$

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DSmp}} = \frac{1}{6 \cdot 10^{-3}} = 166,7 \Omega$$

$$R_S = 166,7 \Omega$$

$$R_D = (R_S + R_D) - R_S = 1 \cdot 10^3 - 166,7 = 833,3 \Omega$$

$$R_D = 833,3 \Omega$$

c) Határozza meg az drain-ellenállás U_{RD} feszültségét, valamint a JFET drain-elektrodájának U_D feszültségét!

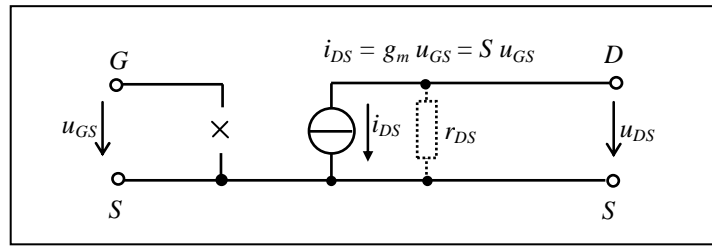
$$U_{RD} = I_D \cdot R_D = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 833,3 \approx 5V$$

$$U_{RD} = 5V$$

$$U_D = U_t - U_{RD} = 10 - 5 = 5V$$

$$U_D = 5V$$

6. Rajzolja fel a fizikai működés ismeretében a záróréteges térvezérlésű tranzisztor (*JFET*) közös source-ú, kisjelű, kisfrekvenciás dinamikus helyettesítő képét!

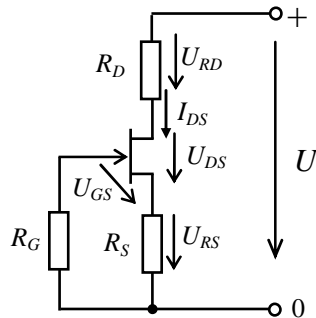


Az $r_{DS} = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_{DS}} \bigg|_{U_{GS} = \text{áll.}}$ kimeneti dinamikus ellenállás nagy értéke miatt sokszor elhanyagolható.

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

Adatok:

- a tápfeszültség: $U_t = 15 \text{ V}$
- a drain ellenállás: $R_D = 1,8 \text{ k}\Omega$
- a drain áram: $I_{DS} = 3,5 \text{ mA}$
- a gate ellenállás : $R_G = 1 \text{ M}\Omega$
- a tranzisztor elzáródási feszültsége: $U_0 = -4,8 \text{ V}$
- a telítési árama: $I_{DSS} = 14 \text{ mA}$



Határozza meg a

- az U_{GS} vezérlőfeszültség értékét
- drain-ellenállás U_{RD} feszültségét
- a *JFET* drain-elektrodájának U_D feszültségét
- a source-ellenállás U_{RS} feszültségét
- az R_S source-ellenállás értékét
- a tranzisztor U_{DS} drain-source feszültségét!

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

$$U_{GS} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_{DS}}{I_{DSS}}}\right) \cdot U_0 = \left(1 - \sqrt{\frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{14 \cdot 10^{-3}}}\right) \cdot (-4,8) = -2,4 \text{ V}$$

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

$$U_{RD} = I_{DS} \cdot R_D = 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8 \cdot 10^3 = 6,3 \text{ V}$$

$$U_{RD} = 6,3 \text{ V}$$

$$U_D = U_t - U_{RD} = 15 - 6,3 = 8,7 \text{ V}$$

$$U_D = 8,7 \text{ V}$$

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

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

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DS}} = \frac{2,4}{3,5 \cdot 10^{-3}} = 685,7 \Omega$$

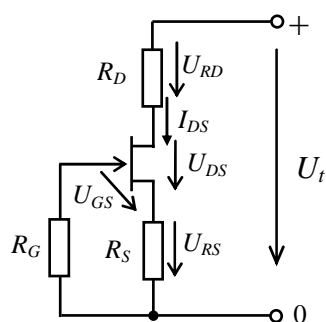
$$R_S = 685,7 \Omega$$

$$U_{DS} = U_t - U_{RD} - U_{RS} = 15 - 6,3 - 2,4 = 6,3 \text{ V}$$

$$U_{DS} = 6,3 \text{ V}$$

3. Záróréteges tervezérlésű tranzisztorral (JFET) megvalósított közös source-ú (FS) kapcsolás látható a 3. ábrán.

a) Mekkora U_{GS} vezérlőfeszültséget kell biztosítani a tranzisztor számára, ha $I_{DS} = 2 \text{ mA}$ drain áramot szeretnénk beállítani?



3. ábra.

Adatok:

tápfeszültség: $U_t = 12 \text{ V}$
drain-source feszültség: $U_{DS} = 5 \text{ V}$

tranzisztor elzáródási feszültsége: $U_0 = -3 \text{ V}$
telítési árama: $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$

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

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

$$U_{GS} = -1,5 \text{ V}$$

- b)** Számítsa ki az R_S source-ellenállás és az R_D drain-ellenállás értékét!
Határozza meg a $JFET$ drain elektródájának U_D feszültségét!

$$U_{RS} = -U_{GS} = 1,5 \text{ V}$$

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

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_{DS}} = \frac{1,5}{2 \cdot 10^{-3}} = 750 \Omega$$

$$R_S = 750 \Omega$$

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

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

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

$$R_D = \frac{U_{RD}}{I_{DS}} = \frac{5,5}{2 \cdot 10^{-3}} = 2,75 \text{ k}\Omega$$

$$R_D = 2,75 \text{ k}\Omega$$

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

$$U_D = 6,5 \text{ V}$$