

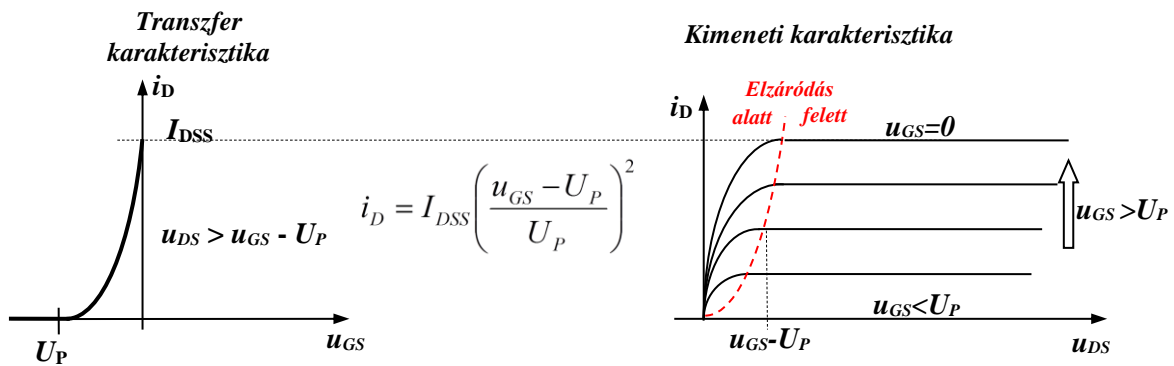
| | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Elektronika 1. ZH | 2019. 11. 4. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | Σ |
| Név: | Neptun: | | | | | | |

1.) Feladat.

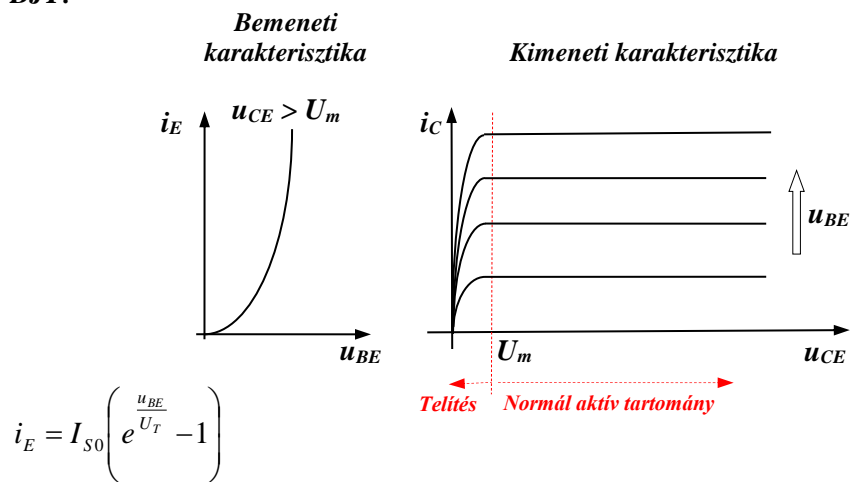
- Vázolja fel az n csatornás JFET transzfer karakterisztikáját és kimeneti karakterisztika görbeseregét 10p
- Vázolja fel a bipoláris npn tranzisztor (BJT) bemeneti karakterisztikáját és kimeneti karakterisztika görbeseregét 10p

Megoldás

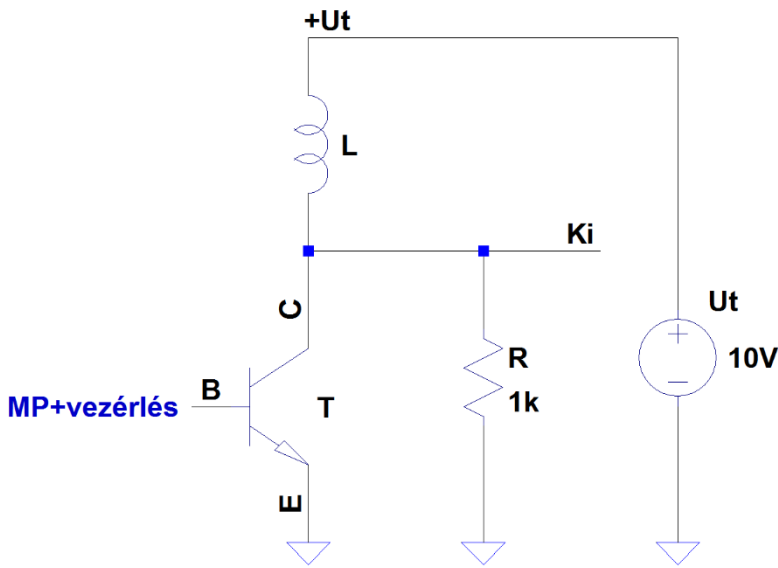
JFET



BJT:



2.) Feladat. Az ábrán látható kapcsolási rajz szerinti áramkör adatai:



$$L = \infty, B = \infty, +U_t = 10V, U_{BE0} = 0.6V,$$

$$I_{E0} = 10mA$$

T1 maradékfeszültsége: 500mV

Kérdések:

a.) Mekkora a kimenőfeszültség kivezérlés nélküli értéke: $U_{ki0} = ?$, 5p

b.) Mekkora a kimenőfeszültség nyitási kivezérlhetősége $U_{ki}^+ = ?$, 5p

c.) Mekkora a kimenőfeszültség zárási kivezérlhetősége $U_{ki}^- = ?$, 5p

d.) Mekkora a tranzistor maximális kollektor - emitter feszültsége és maximális kollektor árama

$$U_{CEmax} = ?, I_{Cmax} = ? \quad 5p$$

Megoldás:

a.) Egyenáramon az L induktivitás rövidzár, tehát: $U_{ki0} = U_{CE0} = 10V$ 5p

b.) A kimenet kivezérlhetősége megegyezik T kivezérlhetőségével.

$$R_e = 0; U_{CE0} = U_t = 10V;$$

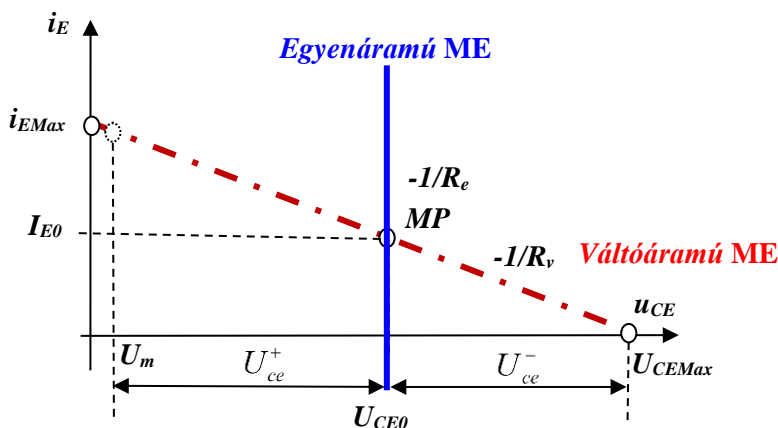
$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0.5 = 9.5V \quad 5p$$

$$c.) R_v = R_1 \quad U_{ki}^- = U_{ce}^- = I_{C0} * R_v = 10 * 1 = 10V \quad 5p$$

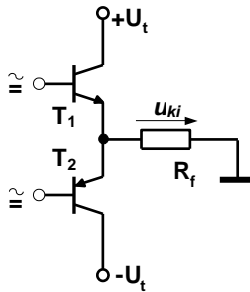
d.) $U_{CEmax} = U_{CE0} + U_{CE}^- = 10 + 10 = 20V$ (Ennél nagyobb maximális kollektor-emitter feszültségű tranzistor kell. Vegyük észre, hogy a maximális kollektor-emitter feszültség *nagyobb* a tápfeszültségnél.)

$$i_{CMax} = i_{EMax} = \frac{U_{CEmax}}{R_v} = \frac{20}{1} = 20mA \quad 5p$$

(Ennél nagyobb maximális áramú tranzistor kell. Mivel a maximális áram méretezési paraméter, itt úgy vettük, hogy a tranzisztort a telítésig vezéreljük. Ha biztosan maradunk a normál aktív tartományon, akkor a maximális áram valamivel kevesebb: $i_{EMax} = \frac{U_{ce}^+ + U_{ce}^-}{R_v} = \frac{19.5}{1} = 19.5mA$)



3.) Feladat. Határozza meg az alábbi teljesítményfokozat paramétereit „A” osztályú működést, szinuszos kimeneti jelet és optimális munkaponti áramot feltételezve.



$$U_t = 12 \text{ V}; U_m = 1 \text{ V}; R_f = 5,5\Omega; \alpha = A = 1, i_E = i_C,$$

$$R_{thJC} = 2\text{C/W}, T_A = 75\text{C}, T_{JMax} = 150\text{C}$$

Kérdések:

- a.) A maximális kimeneti átlag teljesítmény: $P_{fMax} = ?$ 5p
 b.) A tranzisztorok maximális kollektor - emitter (emitter-kollektor - pnp) feszültsége: $U_{CEMax} = ?$, $U_{ECMax} = ?$ 5p
 c.) A tranzisztorok maximális emitter árama: $I_{EMax} = ?$ 5p
 d.) A tranzisztorok hűtőbordáinak maximális hőellenállása $R_{thCAMax} = ?$ 5p

Megoldás:

a.) $U_{kiMax} = U_t - U_m = 12 - 1 = 11\text{V}$

$$P_{fMax} = \frac{U_{kiMax}^2}{2R_f} = \frac{11^2}{2 \times 5.5} = 11\text{W} \quad 5\text{p}$$

b.) $U_{CEMax} = U_{ECMax} = 2U_t - U_m = 2 * 12 - 1 = 23\text{V}$ 5p

c.)

$$I_{0opt} = \frac{U_t - U_m}{2R_f} = \frac{11}{2 \times 5.5} = 1\text{A} \quad I_{EMax} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = 2I_{0opt} = 2\text{A} \quad 5\text{p}$$

d.) A telepből felvett átlagteljesítmény maximuma:

$$P_{2telepMax} = 2U_t \times I_0 = 2 \times 12 \times 1 = 24\text{W}$$

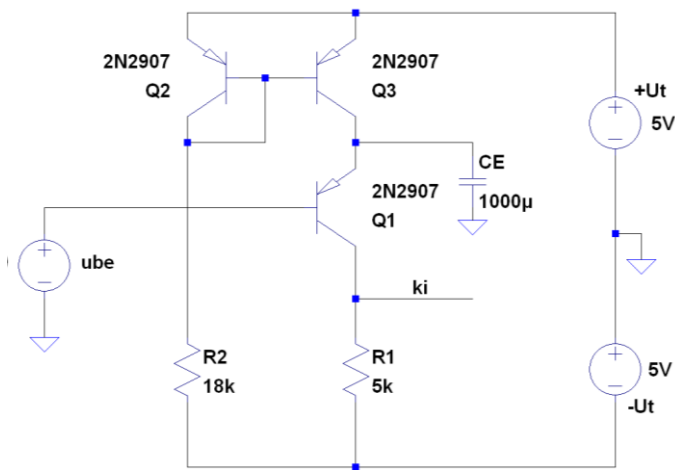
$$P_{D1trMax} = P_{2telepMax} / 2 = 24 / 2 = 12\text{W}$$

$$T_J = T_A + P_D R_{thCA} + P_D R_{thJC}$$

$$R_{thCA} = \frac{T_J - T_A - P_D R_{thJC}}{P_D} = \frac{150 - 75 - 12 * 2}{12} = 4.25\text{C/W} \quad 5\text{p}$$



4.) Feladat. Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.



$Q_1, Q_2, Q_3: \beta=B \rightarrow \infty, U_{EB0} = 0.6 \text{ V}, +U_t = 5\text{V}, -U_t = -5\text{V}, R_2 = 18 \text{ k}\Omega, R_1 = 5\text{k}\Omega, C_E \rightarrow \infty$

Kérdések:

- Tranzisztorok alapkapsolásának típusai 5p
- $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ 5p
- $R_{be} = ?$ 5p
- $R_{ki} = ?$ 5p

Gyors megoldás:

- Q2 Q3 áramtükörök, Q1 földelt emitteres (FE) alapkapsolás végtelen egyenáramú emitter ellenállással (Q3 áramgenerátora), az emitter váltóáramú földeléssel.
- DC analízis: mivel minden beta végtelen, ezért :

$$I_{E03} = I_{E02} = I_{E01} = \frac{2U_t - U_{EB0}}{R_2} = \frac{2 \cdot 5 - 0.6\text{V}}{18} = 0,52\text{mA}$$

Q3 egyenáramú áramgenerátor (Q3, Q2 áramtükör), ezért váltóáramú szakadás. CE váltóáramú rövidzár, tehát:

$$r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26\text{mV}}{0,52\text{mA}} = 50\Omega$$

Q1 FE:

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_1}{r_{d1}} = -1 \frac{5000}{50} = -100$$

$$c.) R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{u_{be}}{0} = \infty$$

$$d.) R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}} = R_1 = 5\text{k}\Omega$$

5.) Feladat. T_1 : n csatornás növekményes MOS FET $U_P = 2V$, $I_{D0} = 1mA$, $I_{D00} = 1mA$

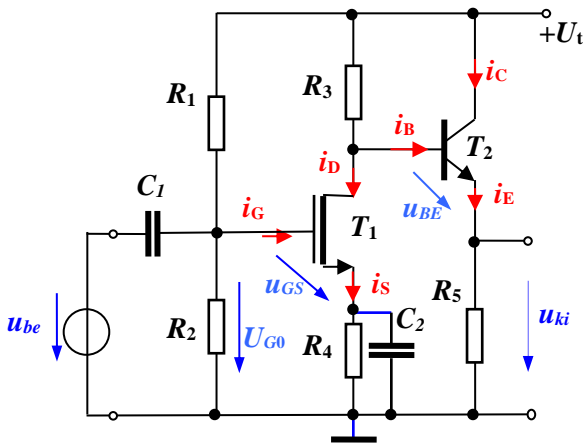
T_2 : npn BJT, $\beta_2 = B_2 = \infty$, $U_{BE0} = 0,6V$

Kérdések:

- a.) A fokozatok típusai? 5p
- b.) $S=?$, $r_d=?$ 5p
- c.) A kisjelű helyettesítő kép? 5p
- d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ha: $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$ 5p

Adatok:

$U_t = 12V$, $R_1 = 100k\Omega$, $R_2 = 100k\Omega$,
 $R_3 = 2k\Omega$, $R_4 = 2k\Omega$, $R_5 = 9.4k\Omega$



Megoldás:

a.) Az első fokozat: földelt source, a második: földelt kollektor 3p + 2p

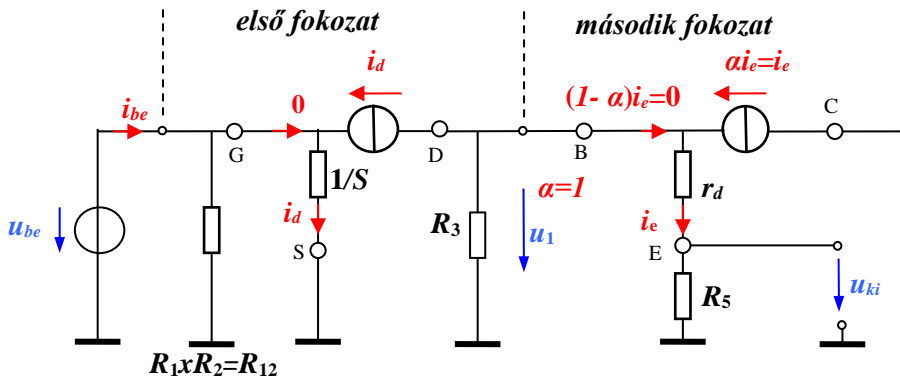
b.)

$$S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}} = \frac{2}{2} \sqrt{1 * 1} = 1 \text{ mS}$$

Mivel a beta végtelen, a bázisáram nulla: $I_{E0} = \frac{U_t - I_{D0} R_3 - U_{BE0}}{R_5} = \frac{12 - 1 * 2 - 0.6}{9.4} = 1 \text{ mA}$,

$$r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 26 \Omega, \quad \text{2p + 3p}$$

c.) A kisjelű helyettesítő kép (mivel beta végtelen, alfa 1): 5p



d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$

Az első fokozat paraméterei:

Mivel $C_2 \rightarrow \infty$ $A_{u1} = \frac{u_1}{u_{be}} = -\frac{R_3}{1/S} = -SR_3 = -2$ $R_{ki1} = R_3 = 2 \text{ k}\Omega$

A második fokozat paraméterei:

$$R_{be2} = \frac{u_{be2}}{i_{be2}} = \frac{u_{be2}}{0} = \infty \quad A_{u2} = \frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{R_5}{r_d + R_5} = \frac{9.4}{9.426} = 0.997 \cong 1$$

Sem a bemeneten, sem a kimeneten, és mivel R_{be2} végtelen, a két fokozat között sincs leosztás:

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = A_{u1} A_{u2} = -2 * 1 = -2 \quad \text{5p}$$

Képletgyűjtemény

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2$$

$$S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}}$$

$$i_E = I_{S0} \left(e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right)$$

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}}$$

$$A = \frac{B}{1+B} \quad \alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

$$B = \frac{A}{1-A} \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$T_J = T_A + P_D R_{thCA} + P_D R_{thJC}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C}{r_d}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \alpha \frac{R_C}{r_d}$$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}}$$

$$R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}}, u_{be} = 0$$