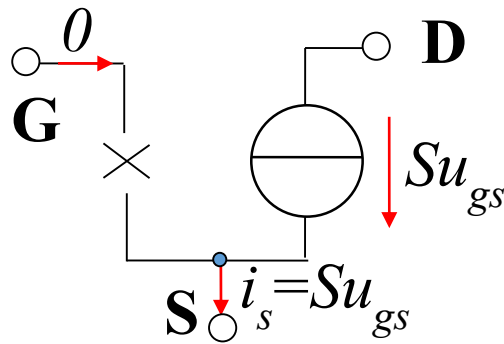
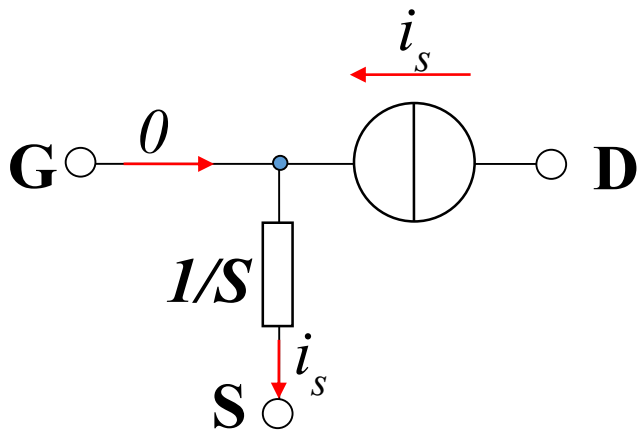


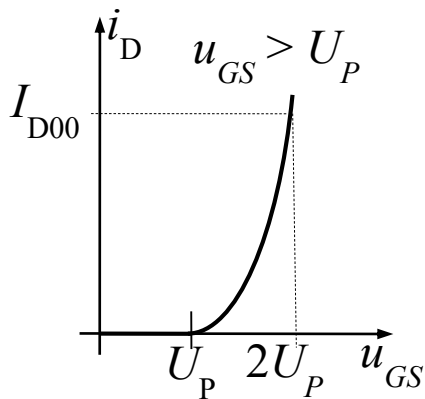
Elektronika 1. ZH	2020. 11. 4.	Testhőmérséklet	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
Név:	Neptun:							

1.) *Feladat.* Rajzolja fel a növekményes N csatornás MOSFET kételeemes kisjelű

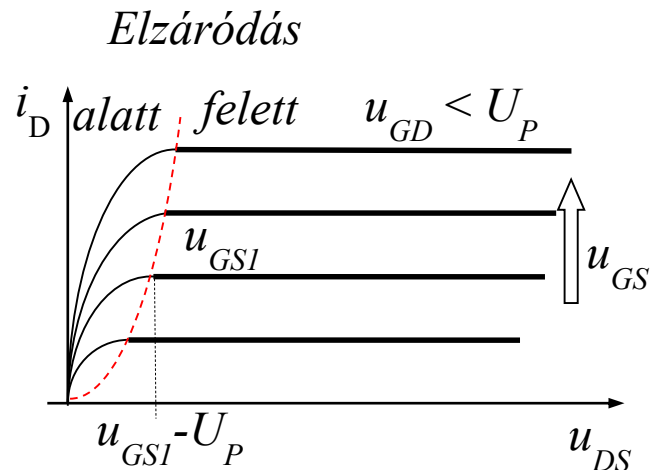
- T helyettesítő képét 5p,
- π helyettesítő képét 5p,
- a MOSFET transzfer karakterisztikáját 5p,
- a MOSFET kimeneti karakterisztika görbeseregét 5p.



Transzfer karakterisztika

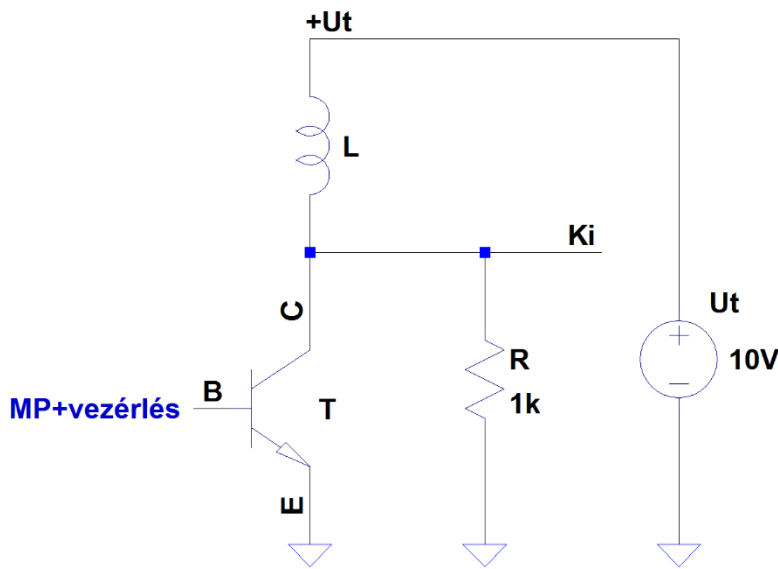


Kimeneti karakterisztika



b

2.) Feladat. Az ábrán látható áramkör adatai:



$$L = \infty, B = \infty, U_{BE0} = 0,6V, I_{E0} = 10mA, U_m = 500mV$$

Kérdések:

- Mekkora a kimenőfeszültség kivezélés nélküli értéke: $U_{ki0} = ?$ 5p
- Mekkora a kimenőfeszültség nyitási kivezélhetősége $U_{ki}^+ = ?$ 5p
- Mekkora a kimenőfeszültség zárási kivezélhetősége $U_{ki}^- = ?$ 5p
- Mekkora a tranzisztor maximális kollektor - emitter feszültsége és maximális kollektor árama $U_{CEmax} = ?, I_{Cmax} = ?$ 5p

Megoldás:

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

b.) A kimenet kivezélhetősége megegyezik T kivezélhetőségével.

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

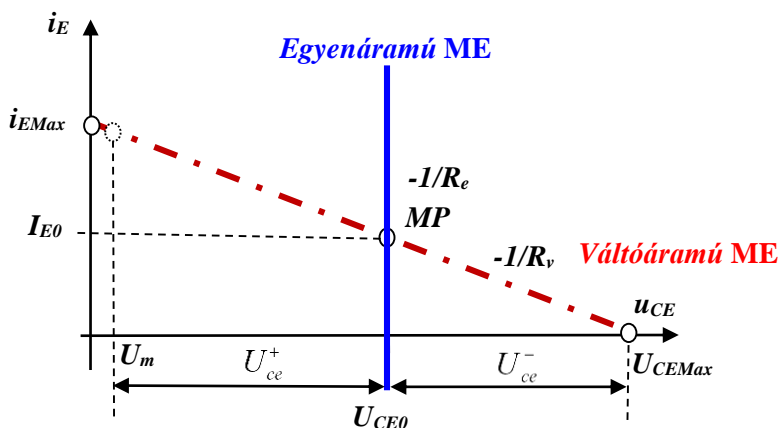
$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0,5 = 9,5V$$
 5p

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

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

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

(Ennél nagyobb maximális áramú tranzisztor 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: $i_{EMax} = \frac{U_{ce}^+ + U_{ce}^-}{R_v} = \frac{19,5}{1} = 19,5mA$)

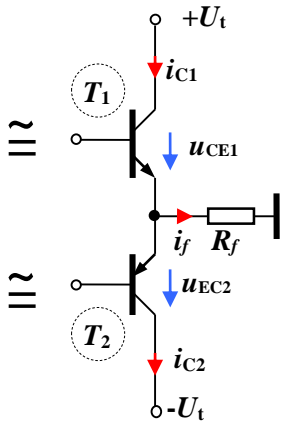


3.) Feladat Tekintsük a mellékelt ábra szerinti „A” osztályú, ellenütemű végfokozatot!

T_1 : $n-p-n$, T_2 : $p-n-p$ komplementer pár

A tranzisztorok junction-case hőellenállása: $R_{thJC} = 2C/W$, a maximális környezeti hőmérséklet: $T_A=75^\circ C$, a maximális junction hőmérséklet: $T_{JMax}=150^\circ C$

$U_t = 15 V$, $U_m = 1 V$, $A = 1$, $R_f = 14 \Omega$



Kérdések:

- a.) $I_{C0opt} = ?$ optimális kollektor áram? 5p
 b.) $P_{fmax} = ?$ maximális szinuszos kimeneti teljesítmény? 5p
 c.) $P_tmax = ?$, $I_tmax = ?$ a telepekből felvett maximális átlagteljesítmény és áram 5p
 d.) $R_{thCAmax} = ?$ egy tranzisztor hűtőbordájának maximális hőellenállása? 5p

Megoldás:

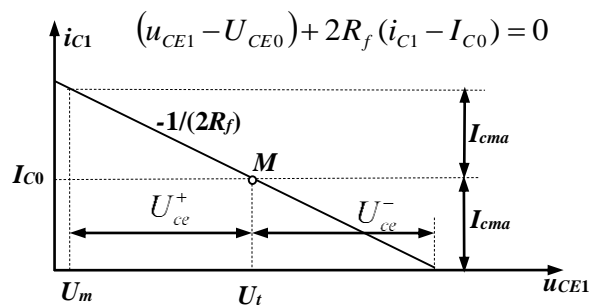
“A” osztályú:

$$i_{C1}(t) = I_{C0} + i_c(t)$$

$$i_{C2}(t) = I_{C0} - i_c(t)$$

$$i_f(t) = 2i_c(t)$$

$$i_c(t) = I_c \cos(\omega t)$$



a.) $I_{C0opt} = ?$ $U_{CE0} = U_t$

I_{C0opt} : $U_{ce}^+ = U_{ce}^-$ $U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = U_t - U_m$ $U_{ce}^- = 2R_f I_{C0}$

$$I_{C0} = I_{C0opt} = \frac{U_t - U_m}{2R_f} = \frac{15 - 1}{2 \cdot 14} = 0.5 A \quad \text{5p}$$

b.) $P_{fmax} = ?$

$$P_{fmax} = \frac{1}{2} I_{fmax}^2 R_f \quad I_{fmax} = 2I_{cmax} = 2I_{C0opt} = 1 A \quad P_{fmax} = \frac{1}{2} I_{fmax}^2 R_f = \frac{1}{2} 14 = 7 W$$

vagy:

$$P_{fmax} = \frac{1}{2} \frac{U_{fmax}^2}{R_f} = \frac{1}{2} \frac{(U_t - U_m)^2}{R_f} = \frac{1}{2} \frac{(15 - 1)^2}{14} = 7 W \quad \text{5p}$$

c.) $P_t = ?$ $P_t = 2U_t I_{C0opt} = 30 \cdot 0.5 = 15 W$ terhelés és jelalak független $I_tmax = 2I_{C0opt} = 2 \cdot 0.5 = 1 A$ 5p

d.) $P_{D1max} = ?$ $P_{fmin} = 0 !!!$

$$P_{Dmax} = P_t - P_{fmin} = P_t = 15 W \quad (\text{két tranzisztorra})$$

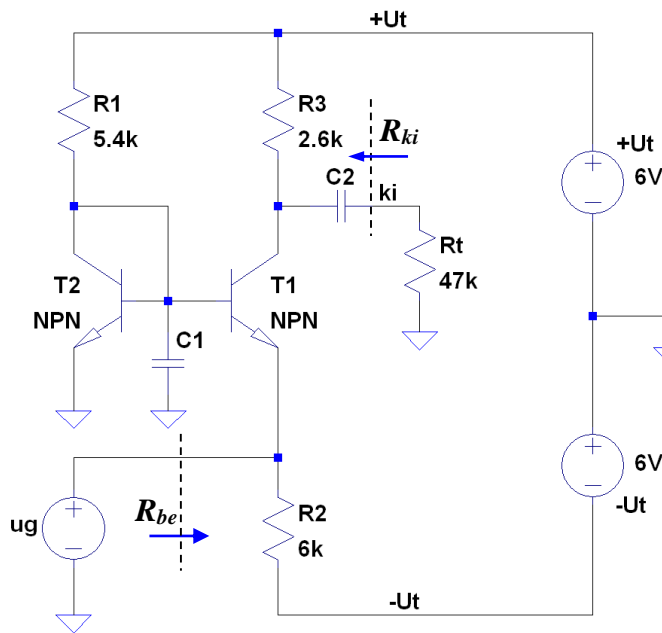
$$P_{D1max} = P_{Dmax} / 2 = 7.5 W$$

$$T_J = T_A + P_{Dmax} R_{thCA} + P_{Dmax} R_{thJC}$$

$$R_{thCA} = \frac{T_J - T_A - P_{Dmax} R_{thJC}}{P_{Dmax}} = \frac{150 - 75 - 7.5 \cdot 2}{7.5} = 8^\circ C/W \quad \text{5p}$$



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



T_1, T_2 : egyforma NPN tranzisztorok:

$\beta = B \rightarrow \infty, U_{BE0} = 0.6V,$

$U_t = 6V, R_1 = 5,4k\Omega, R_2 = 6k\Omega, R_3 = 2,6k\Omega,$

$C_1 \rightarrow \infty, C_2 \rightarrow \infty,$ ug ideális váltófeszültség generátor

Kérdések:

- a.) A tranzisztorok munkaponti áramai $I_{E01} = ?$,
 $I_{E02} = ?$ 5p
- b.) Mekkora a be-, illetve kimenő ellenállás
 $R_{be} = ? R_{ki} = ?$ 5p
- c.) Ábrázolja az R_t terhelőellenálláson mérhető
 feszültség idő függvényét, ha ug 1mV csúcsértékű
 szinuszos jelet állít elő. 5p
- d.) Mekkora az ug generátoron átfolyó
 nyugalmi munkaponti áram 5p

Megoldás:

- a.) T1, T2 egyenáramú szempontból áramtükör (T1 emittere a generátoron keresztül földre kapcsolódik),
 R_1 árama a T1 kollektor, illetve emitter áramába másolódik:

$$\text{Az áramtükör bemenő árama: } I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_1} = \frac{6 - 0,6}{5,4} = 1mA$$

$$\text{Az áramtükör kimenő árama } I_{C01} = I_{R1} = I_{E01} = 1mA. r_{d1} = 26\Omega$$

- b.) T1 váltóáramú szempontból földelt bázisú kapcsolás, bemenő impedanciája:

$$R_{be} = r_d \times R_2 \approx r_d = 26\Omega, \text{ kimenő impedanciája: } R_{ki} = R_3 = 2600\Omega$$

- c.) T1 feszültség erősítése:

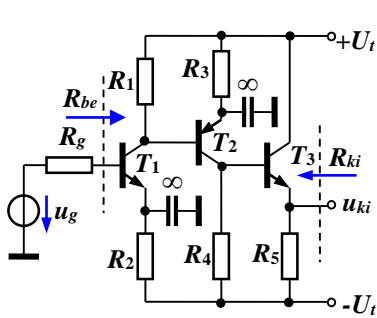
$$A_u = \alpha \frac{R_3}{r_d} = 1 \frac{2600}{26} = 100 \quad L_{be} = \frac{R_{be}}{R_{be} + R_g} = \frac{R_{be}}{R_{be} + 0} = 1 \quad L_{ki} = \frac{R_t}{R_t + R_{ki}} = \frac{47}{47 + 2,6} = 0,95$$

A kimenő feszültség 95mV amplitúdójú szinuszos jel.

- d.) T1 emitter árama 1 mA, Az R_2 ellenállás árama, mivel a T1 emitter potenciálja nulla az ideális

feszültség generátor miatt: $I_{R2} = \frac{U_t}{R_2} = \frac{6}{6} = 1mA$, tehát a generátoron nyugalmi munkaponti áram nem folyik.

5.) Feladat Határozza meg az áramkör paramétereit!



$R_1=2.6\text{ k}\Omega$, $R_2=11.4\text{ k}\Omega$, $R_3=2\text{ k}\Omega$, $R_4=12.6\text{ k}\Omega$, $R_5=6\text{ k}\Omega$,
 $R_g=1\text{ k}\Omega$, $U_t=12\text{ V}$

$B_1=B_2=B_3=\infty$, $\beta_1=\beta_2=\beta_3=\infty$, $U_{BE0}=U_{EB0}=0.6\text{ V}$

Kérdések:

- a.) $I_{E01}=?$, $I_{E02}=?$, $I_{E03}=?$ 5p
 b.) Kisjelű helyettesítő kép? 5p
 c.) $R_{be}=?$, $A_{u1}=?$, $A_{u2}=?$, $A_{u3}=?$ fokozatonkénti üresjárási feszültségerősítés 5p
 d.) $R_{ki}=?$ 5p

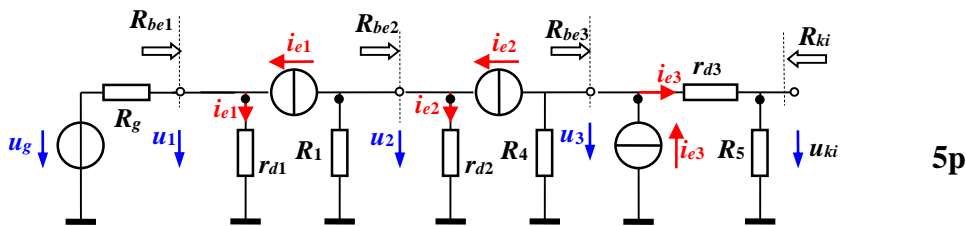
Megoldás:

a.) $I_{E01}=?$, $I_{E02}=?$, $I_{E03}=?$ $I_{C01}=I_{E01}$, $I_{C02}=I_{E02}$, $I_{C03}=I_{E03}$

$$I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_2} = \frac{12 - 0.6}{11.4} = 1\text{ mA} \quad I_{E02} = \frac{I_{E01}R_1 - U_{EB0}}{R_3} = \frac{2.6 - 0.6}{2} = 1\text{ mA}$$

$$I_{E03} = \frac{I_{E02}R_4 - U_{BE0}}{R_5} = \frac{12.6 - 0.6}{6} = 2\text{ mA} \quad \text{5p}$$

b.) Kisjelű helyettesítő kép:



c.) $A_1=?$, $A_2=?$, $A_3=?$ $R_{be1} = R_{be2} = R_{be3} = \infty$, $r_{d1} = r_{d2} = \frac{26\text{ mV}}{1\text{ mA}} = 26\Omega$, $r_{d3} = \frac{26\text{ mV}}{2\text{ mA}} = 13\Omega$

$$A_{u1} = \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R_1}{r_{d1}} = -\frac{2600}{26} = -100$$

$$A_{u2} = \frac{u_3}{u_2} = -\frac{R_4}{r_{d2}} = -\frac{12600}{26} = -485$$

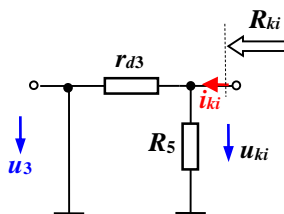
$$A_{u3} = \frac{u_{ki}}{u_3} = \frac{R_5}{r_{d3} + R_5} = \frac{6000}{13 + 6000} \cong 1 \quad \text{5p}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{ki}}{u_1} = A_1 A_2 A_3 = 48500$$

d.) $R_{ki}=?$ $R_{ki} = \left. \frac{u_{ki}}{i_{ki}} \right|_{u_g=0}$ $u_g = 0 \rightarrow u_1 = 0 \rightarrow u_2 = 0 \rightarrow u_3 = 0$

$$R_{ki} = r_{d3} \times R_5 \cong 13\Omega$$

$$R_5 \gg r_{d3}$$



5p

Képletgyűjtemény

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

$$i_E = I_{S0} \left(e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right) S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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