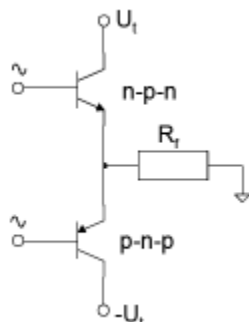


<b>Elektronika 1. PZH</b>	<b>2014. 11. 07.</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>Σ</b>
Név: <b>Megoldás</b>	Neptun:	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>110</b>

### 1. Ellenütemű végfokozatok:

1.1. Rajzolja le a komplementer tranzisztorokkal felépített „A” osztályú ellenütemű végfokozatot! (5pont)



1.2. Mitől, hogyan függ az „A” osztályú végfokozat optimális munkaponti árama! (5pont)

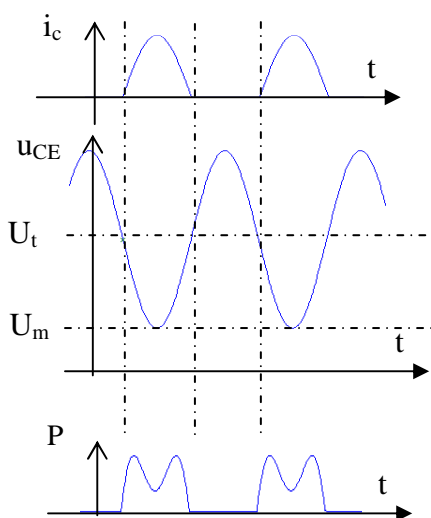
Optimális munkaponti áram: maximális szimmetrikus kivezérelhetőség:  $U_{CE}^+ = U_{CE}^-$

azaz:  $U_t - U_m = I_{C0} 2R_f \Rightarrow I_{C0\text{opt}} = \frac{U_t - U_m}{2R_f}$

1.3. Rajzolja le a komplementer tranzisztorokkal felépített „B” osztályú ellenütemű végfokozatot és határozza meg a munkaponti áramot! (5pont)

Az áramkör ugyan az mint „A” osztály esetén (lásd 1.1),  
a munkaponti áram:  $I_{C0} = 0$

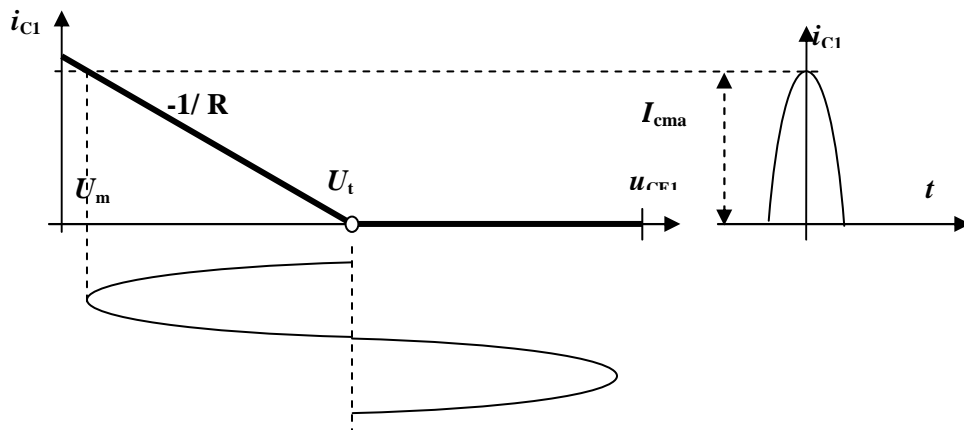
1.4. „B” osztályú végfokozat esetén, rajzolja fel egy tranzisztor  $i_C(t)$  áram,  $u_{CE}(t)$  feszültség és  $P_{tr}(t)$  teljesítmény-idő függvényeit két periódus hosszan, ha a kimeneten a maximális kivezérelhetőséghez tartozó szinuszos feszültség van! (5pont)



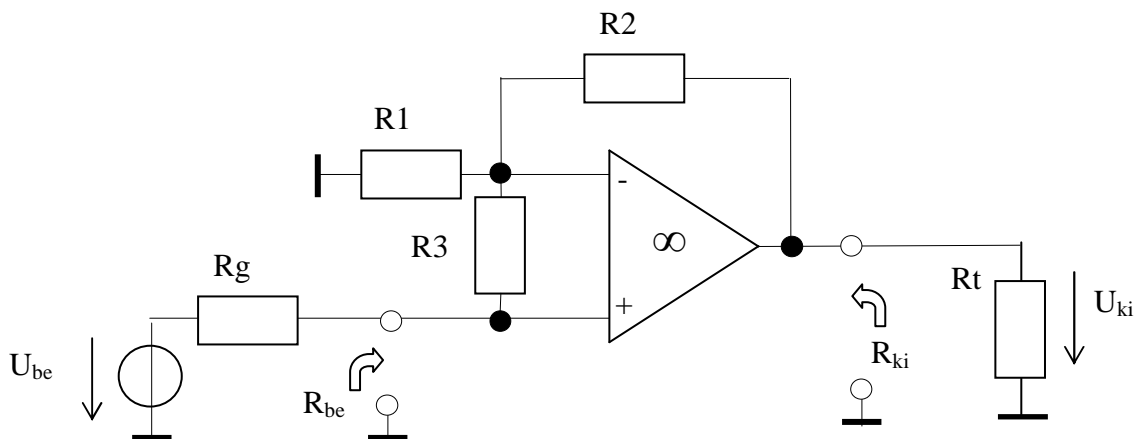
$$i_C(t) = \begin{cases} i_f(t) & \text{az egyik félperiódusban} \\ 0 & \text{a másik félperiódusban} \end{cases}$$

$$u_{CE}(t) = U_t - R_f i_f(t)$$

$$P(t) = u_{CE}(t) i_C(t)$$



2. Az alábbi áramkörben a műveleti erősítő ideális, az ellenállások mind 10 kohm-osak.



2.1 Mely ellenállásoktól, hogyan függ a feszültség erősítés?  $U_{ki} / U_{be} = ?$  (5pont)

A műveleti erősítőbe áram nem folyik,  $R_3$ -on is nulla a feszültség (végtelen erősítés), tehát  $R_g$ -n sem folyik áram, tehát  $U_+ = U_- = U_{be}$ .

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

2.2  $R_{be} = ?$  (5pont)

Tetszőleges  $U_{be}$  esetén  $I_{be} = 0$ ,  $\rightarrow$   $R_{be} = \infty$

2.3 Mi az erősítő kimenő ellenállásának definíciója?  $R_{ki} = ?$  (5pont)

$$R_{ki} = \left. \frac{u_{ki}}{i_{ki}} \right|_{u_{be} = 0} \quad \text{Ha } U_{be} = 0, \text{ akkor tetszőleges } I_{ki} \text{ esetén is } U_{ki} = 0 \rightarrow R_{ki} = 0$$

2.4 Mennyi a kimenő ellenállás ( $R_{ki} = ?$ ), ha a műveleti erősítő nem végtelen erősítésű, hanem  $A=10$ ? (5pont)

Az erősítéstől függetlenül  $R_{ki} = 0$

### 3. Az áramkör paraméterei:

T1, T2: n-csatornás növekményes MOS FET

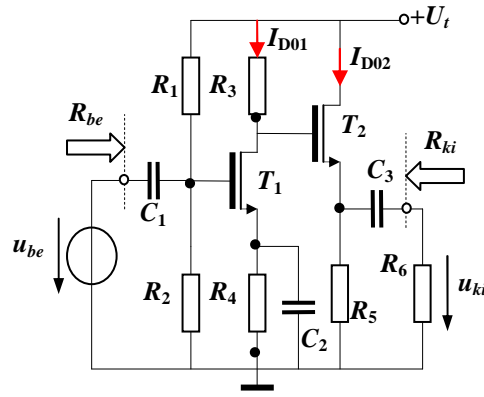
$$i_D = I_{D00} \left( \frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2, \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}, \quad U_P = +4 \text{ V}$$

Munkaponti áramok:  $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$

$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = R_6 = 10 \text{ k}\Omega$ ,

$C_1, C_2, C_3 \rightarrow \infty$   $U_t = +20 \text{ V}$ ,

Kérdések:



3.1.) Milyen a T1 és T2 tranzisztor alapkapcsolásának típusa? (5 pont)

T1: *FS* T2: *FD*

3.2.) T1 munkaponti árama mely ellenállásoktól függ? (5 pont)

$I_{D01}$  az  $R_1, R_2, R_4$  - től függ

3.3.) Mekkora válasszuk  $R_1$  - et, hogy  $I_{D01} = 1 \text{ mA}$  legyen? (5 pont)

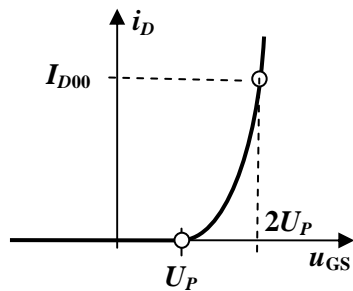
$$U_{S01} = I_{D01} R_4 = 1 * 6 = 6 \text{ V}$$

$$I_{D01} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS01} - U_P}{U_P} \right)^2 = 4 \left( \frac{U_{GS01} - 4}{4} \right)^2 = 1 \rightarrow U_{GS01} = 6 \text{ V}$$

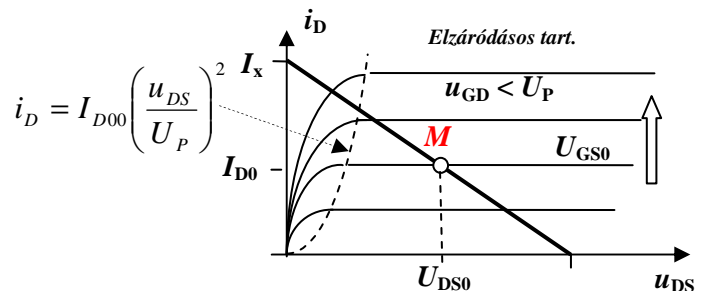
$$U_{G01} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS01} + U_{S01} = 12 \text{ V} \rightarrow$$

$$R_1 = R_2 \left( \frac{U_t}{U_{G01}} - 1 \right) = 30 \left( \frac{20}{12} - 1 \right) = 30 \left( 1 + \frac{8}{12} - 1 \right) = 20 \text{ k}\Omega$$

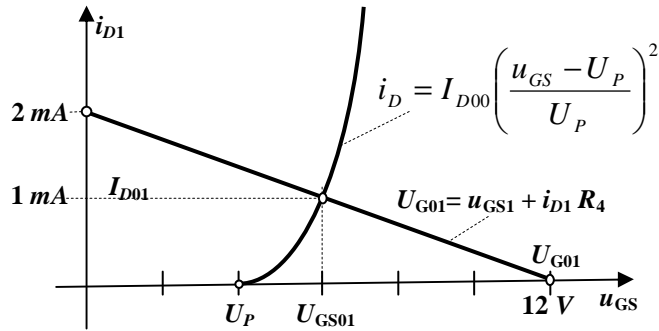
3.4.) Rajzolja fel a növekményess tranzisztorok transzfer és kimeneti karakterisztikáját, feltüntetve az elzáródási tartomány határát és annak egyenletét! (5 pont)



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



3.5.) Rajzolja fel a T1 tranzszer karakterisztikájában a munkaegyenest! (5 pont)



3.6.) Mekkora válasszuk  $R_3$ -at, hogy  $I_{D02} = 1\text{mA}$  legyen? (5 pont)

$$I_{D02} = I_{D00} \left( \frac{U_{GS02} - U_P}{U_P} \right)^2 = 4 \left( \frac{U_{GS02} - 4}{4} \right)^2 = 1 \rightarrow U_{GS02} = 6\text{V}$$

$$U_t = I_{D01} R_3 + U_{GS02} + I_{D02} R_5$$

$$R_3 = \frac{U_t - U_{GS02} - I_{D02} R_5}{I_{D01}} = \frac{20 - 6 - 10}{1} = 4\text{ k}\Omega$$

3.7.) Mekkora a T2 tranzisztor záróirányú kivezérelhetősége ( $U_{ki}^-$ )? (5 pont)

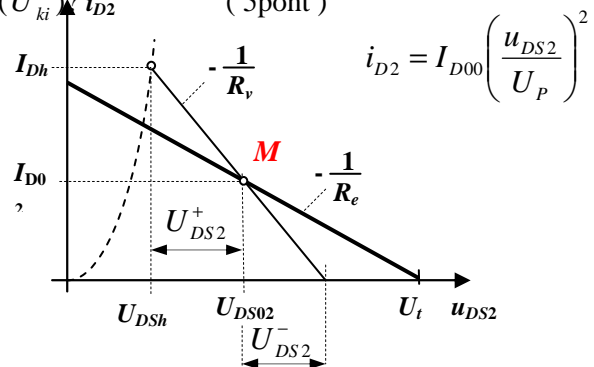
Egyenáramú munka ell. áll.

$$R_e = R_5 = 10\text{ k}\Omega$$

Váltóá. munka ell. áll.:

$$R_v = R_5 \times R_6 = 5\text{ k}\Omega$$

$$U_{ki}^- = U_{DS2}^- = I_{D02} R_v = 1 * 5 = 5\text{ V}$$



3.8.) Mekkora a T2 tranzisztor nyitóirányú kivezérelhetősége ( $U_{ki}^+$ )? (5 pont)

$$U_t = U_{DS02} + I_{D02} R_5 \rightarrow U_{DS02} = U_t - I_{D02} R_5 = 20 - 10 = 10\text{ V}$$

A váltóáramú munkaegyenest egyenlete:  $u_{DS2} - U_{DS02} = -R_v (i_{D2} - I_{D02})$

Az elzáródási tart. határa:  $i_{D2} = I_{D00} \left( \frac{u_{DS2}}{U_P} \right)^2$

Numerikusan:  $u_{DS2} - 10 = -5i_{D2} + 5$  és  $i_{D2} = 4 \left( \frac{u_{DS2}}{4} \right)^2 = \frac{u_{DS2}^2}{4}$

Ezekből:  $5u_{DS2}^2 + 4u_{DS2} - 60 = 0$   $u_{DS} = U_{DS2} = \frac{-4 + \sqrt{1216}}{10} = 3.09\text{ V}$

$$U_{ki}^+ = U_{DS2}^+ = U_{DS02} - U_{DS2} = 10 - 3.08 = 6.91\text{ V}$$

3.9.) Mekkora T2 disszipációja, ha a kimeneten  $U_{ki} = 1 V$  amplitúdójú szinuszjel van?

$$u_{ki}(t) = U_{ki} \sin \omega t \quad (5 \text{ pont})$$

A váltóáramú egyenes egyenlete:  $u_{ds}(t) = u_{DS}(t) - U_{DS0} = -R_v [i_D(t) - I_{D0}]$

Másrészt:  $u_{ds}(t) = -u_{ki}(t) = -U_{ki} \sin \omega t$

Ezekből:  $u_{DS}(t) = U_{DS0} - U_{ki} \sin \omega t$   $i_D(t) = I_{D0} + \frac{U_{ki}}{R_v} \sin \omega t$

A tranzisztoron disszipált teljesítmény a pillanatnyi teljesítmény időátlaga:

$$P_d = \overline{p(t)} = \overline{u_{DS}(t) i_D(t)} = \overline{[10 - \sin \omega t][1 + 0.2 \sin \omega t]} = \overline{10 - 0.2 \sin^2 \omega t + \sin \omega t} = 10 - \frac{0.2}{2} + 0 = 9.9 \text{ mW}$$

3.10.) Mekkora T2 disszipációja, ha a kimeneten  $U_{ki} = 1 V$  amplitúdójú négyszögjel van? (5 pont)

A váltóáramú egyenes egyenlete:  $u_{ds}(t) = u_{DS}(t) - U_{DS0} = -R_v [i_D(t) - I_{D0}]$

Másrészt:  $u_{ds}(t) = -u_{ki}(t)$

Ezekből:  $u_{DS}(t) = U_{DS0} - u_{ki}(t)$   $i_D(t) = I_{D0} + \frac{1}{R_v} u_{ki}(t)$

A tranzisztoron disszipált teljesítmény a pillanatnyi teljesítmény időátlaga:

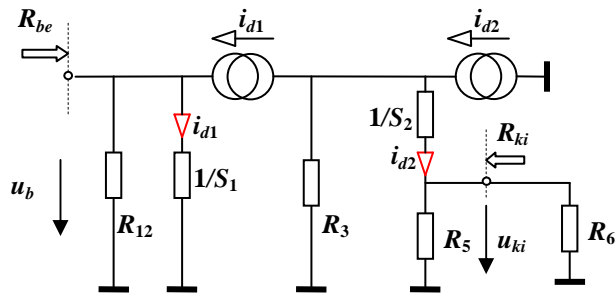
$$P_d = \overline{p(t)} = \overline{u_{DS}(t) i_D(t)} = \overline{[10 - u_{ki}(t)][1 + 0.2 u_{ki}(t)]} = \overline{10 - 0.2 u_{ki}^2(t) + u_{ki}(t)} = 10 - 0.2 + 0 = 9.8 \text{ mW}$$

3.11.) Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kisjelű helyettesítő képét ( $C_1, C_2, C_3 \rightarrow \infty$ )!

Adja meg az elemértékeket! ha  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$  és  $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$  (5 pont)

$$R_{12} = R_1 \times R_2 = \frac{20 \times 30}{50} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$S_1 = S_2 = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$



3.12.)  $u_{ki}/u_{be} = ?$ , ha  $S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$  és  $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$  (5 pont)

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = (-S_1 R_3) \frac{R_5 \times R_6}{R_5 \times R_6 + 1/S_2} = -1 \times 4 \frac{5}{5+1} = -\frac{20}{6} = -3.33$$

3.13.)  $R_{be} = ?$ , ha  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$  és  $S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$  (5 pont)

$$R_{be} = R_{12} = R_1 \times R_2 = \frac{20 \times 4}{24} = 3.33 \text{ k}\Omega$$

3.14.)  $R_{ki} = ?$ , ha  $S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$  (5 pont)

$$R_{ki} = R_5 \times (1/S_2) = \frac{10 \times 1}{11} = 0.91 \text{ k}\Omega$$