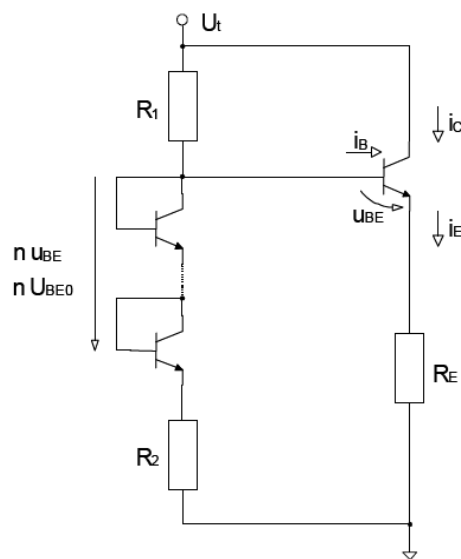


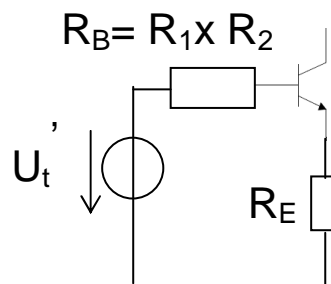
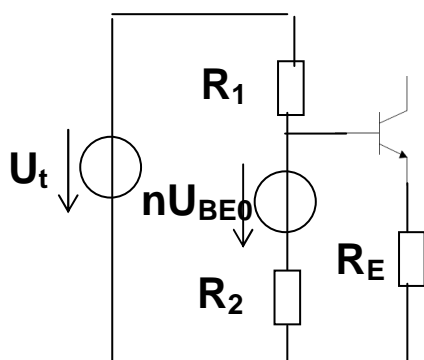
Elektronika 1. ZH	2013. 10. 29.	1.	2.	3.	Σ
Név:	Neptun:	20	20	60	105

1. Diódás munkapont stabilizálás:

1.1. Rajzolja le az egy telepes, bázis osztót és emitter ellenállást tartalmazó munkapont beállításnak diódákkal stabilizált változatát! (5pont)



1.2. Határozza meg a tranzisztort a bázison lezáró áramkör Thevenin helyettesítő képét és annak paramétereit! A diódákat egyparaméteres modellel (U_{BE0}) vegye figyelembe! (5pont)



$$U_t' = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} + nU_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2},$$

1.3. Írja fel a nyitó irányban előfeszített dióda átmeneteket tartalmazó hurok egyenletet! (5pont)

$$U_t' = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} + nU_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = R_1 \times R_2 (1 - A) I_{E0} + U_{BE0} + R_E I_{E0}$$

$$I_{E0} = \frac{U_t' - U_{BE0}}{R_1 \times R_2 (1 - A) + R_E} = \frac{U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} + nU_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - U_{BE0}}{R_1 \times R_2 (1 - A) + R_E}$$

1.4. Határozza meg a kompenzálás feltételét: mi az összefüggés a kompenzálásban részvevő diódák száma és a bázis osztó ellenállásainak aránya közt? (5pont)

$$nU_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - U_{BE0} = 0 \qquad n = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

2. Az alábbi áramkörben a műveleti erősítők ideálisak

2.1 $u_{ki} / u_1 = ?$ (5pont)

$$\frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_4}{R_3} = -1$$

2.2 $u_1 / u_{be} = ?$ ha $u_{ki} = 0$ (5pont)

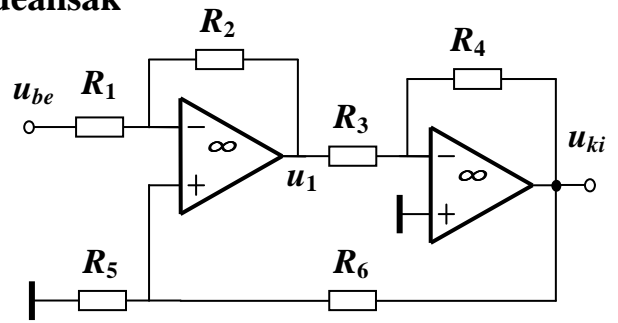
$$\frac{u_1}{u_{be}} \Big|_{u_{ki}=0} = -\frac{R_2}{R_1} = -1$$

2.3 $u_1 / u_{ki} = ?$ ha $u_{be} = 0$ (5pont)

$$\frac{u_1}{u_{ki}} \Big|_{u_{be}=0} = \frac{R_5}{R_5 + R_6} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) = 1$$

2.4 $u_{ki} / u_{be} = ?$ ha $R_i = R$, $i=1, \dots, 6$ (5pont)

$$u_{ki} = \frac{u_{ki}}{u_1} \left(\frac{u_1}{u_{ki}} \Big|_{u_{be}=0} u_{ki} + \frac{u_1}{u_{be}} \Big|_{u_{ki}=0} u_{be} \right) = -(u_{ki} - u_{be}) \rightarrow u_{ki} / u_{be} = 1/2$$



3. Az áramkör paramétereit:

T₁: n-csatornás növekményes MOS FET,

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

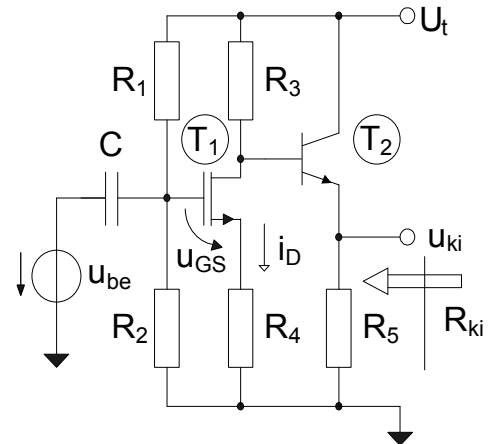
T₂: n-p-n tranzisztor,

$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, \quad B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty, \quad U_m = 0,5 \text{ V}$$

$$C \rightarrow \infty \quad U_t = 12 \text{ V};$$

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega; \quad R_2 = 100 \text{ k}\Omega;$$

$$R_4 = 3 \text{ k}\Omega; \quad R_5 = 4,2 \text{ k}\Omega$$



3.1. A T₁ és T₂ tranzisztor alapkapsolásának típusa? (5pont)

T₁: földelt SOURCE-u (FS), T₂: földelt COLLEKTOR-u (FC) kapcsolás.

3.2. T₁ munkapontja: $I_{D0} = ?$, $U_{GS0} = ?$, ha $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$ (5pont)

A FET G-S körére felírható hurok egyenlet:

$$U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS0} + I_{D0} R_4 \rightarrow U_{GS0} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} - R_4 I_{D0} = 6 - 3I_{D0}$$

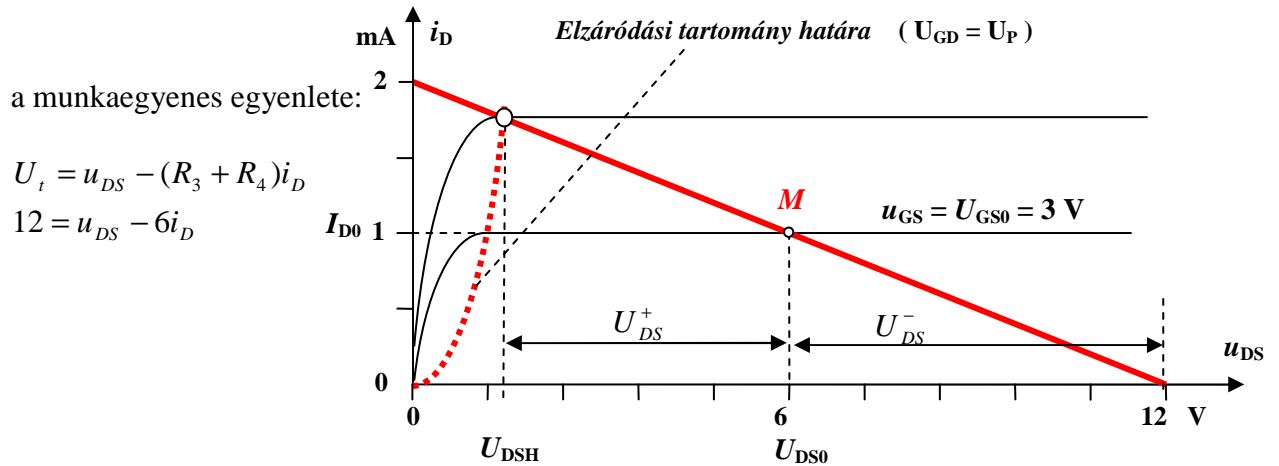
$$\text{Másképp: } I_{S0} = I_{D0} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS0} - U_P}{U_P} \right)^2 = \frac{4}{4} (4 - 3I_{D0})^2 \rightarrow 9I_{D0}^2 - 25I_{D0} + 16 = 0$$

$$I_{D0} = \frac{25 - \sqrt{625 - 576}}{18} = \frac{25 - 7}{18} = 1 \text{ mA} \quad U_{GS0} = 6 - 3I_{D0} = 3 \text{ V}$$

3.3. T1 munkapontja: $U_{DS0} = ?$ ha $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$ (5pont)

$$U_{DS0} = U_t - (R_3 + R_4) I_{D0} = 12 - 6 \cdot 1 = 6 \text{ V}$$

3.4. T1 záró irányú kivezérelhetősége: $U_{DS}^- = ?$ ha $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$ (5pont)



$$U_{DS}^- = U_t - U_{DS0} = 12 - 6 = 6 \text{ V}$$

3.5. T1 nyitó irányú kivezérelhetősége: $U_{DS}^+ = ?$ ha $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$ (5pont)

az elzáródási tartomány határa: $i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{DS}}{U_P} \right)^2 = u_{DS}^2$

a munkaegyenes egyenlete: $i_D = \frac{U_t}{R_3 + R_4} - \frac{u_{DS}}{R_3 + R_4} = 2 - \frac{u_{DS}}{6}$

a metszéspont egyenlete: $U_{DSH}^2 + \frac{U_{DSH}}{6} - 2 = 0, U_{DSH} = 4/3 = 1.33 \text{ V}$

$$U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_{DSH} = 4,67 \text{ V}$$

3.6. T2 munkapontja: $I_{E0} = ?$, $U_{ki0} = ?$, ha $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$, és $I_{D0} = 1 \text{ mA}$ (5pont)

$$I_{D0} R_3 + U_{EB0} + I_{E0} R_5 = U_t \rightarrow I_{E0} = \frac{U_t - I_{D0} R_3 - U_{BE0}}{R_5} = \frac{8.4}{4.2} = 2 \text{ mA}$$

$$U_{ki0} = R_5 I_{E0} = 4,2 \cdot 2 = 8,4 \text{ V}$$

3.7. Mennyi a kimeneti feszültség, $u_{ki}^+ = ?$, ha T1 a záró irányú kivezérlés határán van? (5pont)

T1 zárva: $I_D = 0 \rightarrow$ T2 bázisa: $U_{B0} = U_t = 12 \text{ V}$, emittere: $U_{E0} = U_t - U_{BE0} = U_{ki0}^+ = 11,4 \text{ V}$

3.8. Mekkora T2 disszipációja, ha a kimeneten a munkapontra szuperponáló 1 V amplitúdójú szinusz van? $P_{D2} = ?$ (5pont)

$$P_{D2} = \overline{u_{CE}(t) i_E(t)} = \overline{(U_t - u_{ki}(t)) \frac{u_{ki}(t)}{R_5}} = \left| u_{ki}(t) = U_{ki0} + U_1 \sin(\omega t) \right. =$$

$$= \frac{1}{R_5} \left((U_t - U_{ki0}) U_{ki0} - U_1^2 \overline{(\sin(\omega t))^2} \right) = \frac{(12 - 8,4) \cdot 8,4 - 0,5}{4,2} = 7,08 \text{ mW}$$

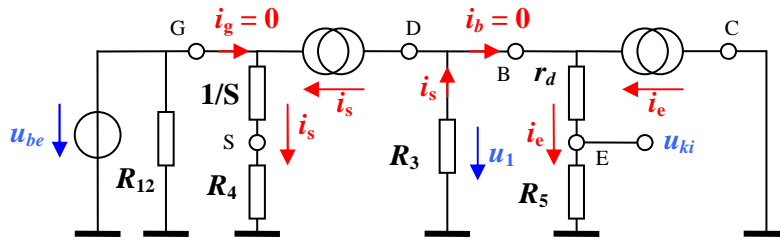
- 3.9. Mekkora T1 disszipációja, ha az R_4 ellenálláson az 1 mA munkaponti áramra szuperponálódó 0.1 mA amplitúdójú szimmetrikus négyszög jel van? ($R_3=3k\Omega$) $P_{D1} = ?$ (5pont)

$$P_{D1} = \overline{u_{DS}(t)i_D(t)} = \overline{(U_t - (R_3 + R_4)i_D(t))i_D(t)} = \left| i_D(t) = I_{D0} + 0,1\text{rect}(\omega t) \right| =$$

félperiódusnyi értékek átlaga:

$$P_{D1} = \frac{1}{2} \{ [(12 - 6(1 + 0,1))(1 + 0,1)] + [(12 - 6(1 - 0,1))(1 - 0,1)] \} = \frac{1}{2} (5,4,1,1 + 6,4,0,9) = 5,94mW$$

- 3.10. Rajzolja le az áramkör váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét! (5pont)



- 3.11. A T1 és T2 tranzisztorok lineáris helyettesítő képének paraméterei (S és r_d) hogyan függenek munkaponti jellemzőktől, mennyi az értékük? (5pont)

$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_p} = 2 \frac{1}{3 - 2} = 2mS \quad r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26mV}{2mA} = 13\Omega$$

- 3.12. $u_{ki} / u_{be} = ?$, ha $R_3 = 3k\Omega$, T1: $S = 2 mS$, T2: $r_d = 13 \Omega$ (5pont)

$$i_s = \frac{u_{be}}{1/S + R_4} = \frac{Su_{be}}{1 + SR_4} \quad u_1 = -R_3 i_s = -\frac{SR_3}{1 + SR_4} u_{be}$$

$$u_{ki} = u_1 \frac{R_5}{r_d + R_5} = \left(-\frac{SR_3}{1 + SR_4} \right) \left(\frac{R_5}{r_d + R_5} \right) u_{be}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(-\frac{SR_3}{1 + SR_4} \right) \left(\frac{R_5}{r_d + R_5} \right) = \left(-\frac{2 * 3}{1 + 2 * 3} \right) \left(\frac{4200}{4213} \right) = -0.8545$$

- 3.13. $R_{ki} = ?$, ha $R_3 = 3k\Omega$, T1: $S = 2 mS$, T2: $r_d = 13 \Omega$ (5pont)

$$R_{ki} = \frac{U_{ki}}{I_{ki}} \Big|_{u_{be} = 0} \quad u_{be} = 0 \rightarrow i_s = 0 \rightarrow u_1 = 0 \rightarrow$$

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