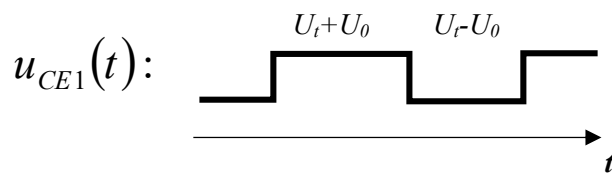
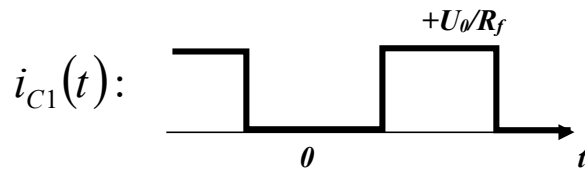
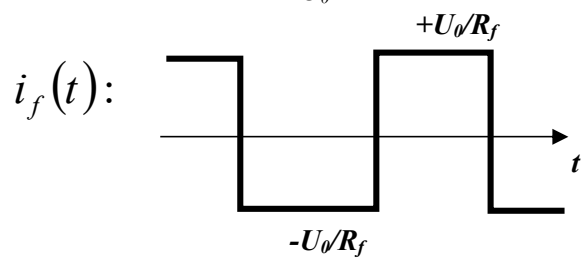
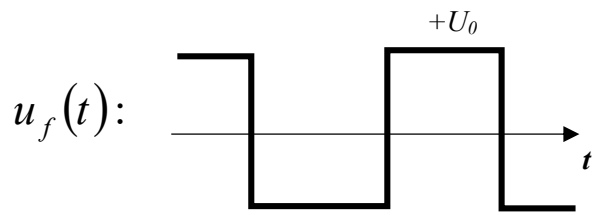
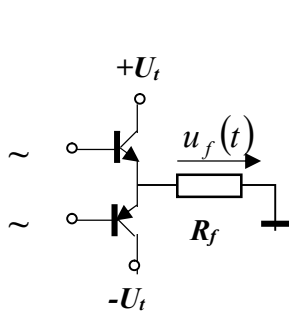


Elektronika 1.	vizsga	2018. 06. 01.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat Rajzoljon le egy „B” osztályú, ellenütemű, komplementer tranzisztorokból felépülő teljesítményfokozatot! Mutassa meg, hogy az Ön által megadott áramkörben az egyik tranzisztor P_{D1tr} disszipációs teljesítménye hogyan függ a kimeneten megjelenő szimmetrikus, $\pm U_0$ feszültségű négyzetjel U_0 feszültség amplitúdójától! Adja meg a $P_{D1tr}(U_0)$ függvényt és ábrázolja. Határozza meg azt az U_{0m} kimeneti kivezérlési értéket, melynél maximális a tranzisztorok disszipációja!

Megoldás:



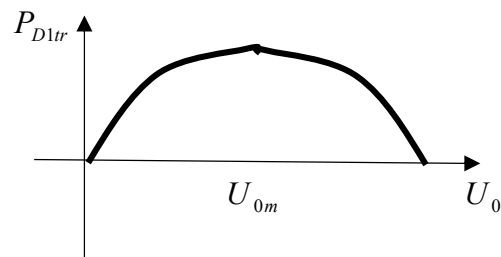
$$P_{D1tr} = \overline{u_{CE1}(t) i_{C1}(t)} =$$

$$= \frac{1}{2} \left((U_t + U_0) \cdot 0 + (U_t - U_0) \frac{U_0}{R_f} \right)$$

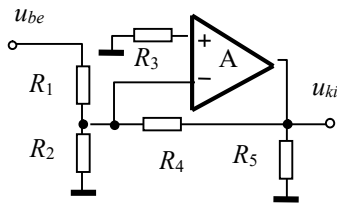
$$P_{D1tr}(U_0) = \frac{U_t}{2R_f} U_0 - \frac{1}{2R_f} U_0^2$$

$$\frac{U_t}{2R_f} = \frac{1}{R_f} U_0$$

$$U_{0m} = \frac{U_t}{2}$$



2. feladat



$$R_1 = 4 \text{ k}\Omega, R_2 = 4 \text{ k}\Omega, R_3 = 1,6 \text{ k}\Omega, R_4 = 8 \text{ k}\Omega, R_5 = 4 \text{ k}\Omega,$$

a.) Határozza meg az u_{ki}/u_{be} feszültség erősítést, ha a műveleti erősítő ideális, $A = \infty$!

b.) Mekkora a kimeneti hibafeszültség, ha $A = \infty$ és a műveleti erősítő bemeneti offset feszültség $U_{offbe}=10\text{mV}$!

c.) Határozza meg az áramkör R_{ki} és R_{be} ki- és bemenő ellenállását, ha a műveleti erősítő ideális, azaz $A = \infty$!

d.) Mekkora az $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$ feszültségerősítés felső (3 dB-es) határfrekvenciája, ha $A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}$

$$\text{ahol } A_0 = 5 \cdot 10^5, \omega_0 = 5 \text{ r/s ?}$$

Megoldás:

$$\text{a.) } i_{R3} = 0 \rightarrow u^+ = u^- = 0 \rightarrow i_{R2} = 0 \rightarrow i_{R1} = i_{R2} \rightarrow \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_4}{R_1} = -2$$

$$\text{b.) } u^+ = u^- = U_{offbe} \rightarrow u_{kihiba} = U_{offbe} \left(1 + \frac{R_4}{R_1 \times R_2} \right) = 10 \left(1 + \frac{8}{2} \right) = 50 \text{ mV}$$

c.) $R_{ki} = 0$, mert az ideális műveleti erősítő kimenő impedanciája nulla.

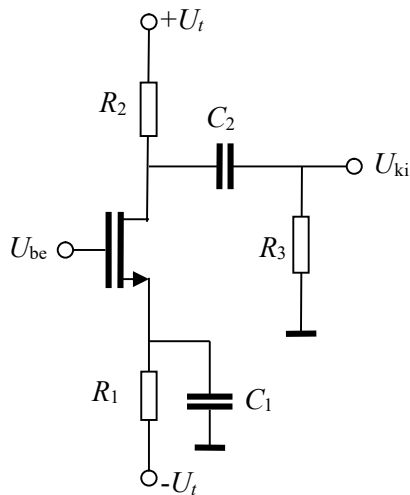
$$u^- = 0 = u_{R2} \rightarrow R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{R_1 i_{be}}{i_{be}} = R_1 = 4 \text{ k}\Omega$$

d.) Visszacsatolt erősítés a műveleti erősítő egy pólusa esetén:

$$\left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}} = \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + A_0 \beta) \omega_0}}$$

$$\text{ahol } \beta = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_4} = \frac{4 \times 4}{4 \times 4 + 8} = 0,2 \rightarrow \omega_h = (1 + A_0 \beta) \omega_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ r/s} = 0,5 \text{ Mr/s}$$

3. feladat



A növekményes MOS tranzisztor paramétereit:

$$U_p = 4 \text{ V}, \quad I_{D00} = 4 \text{ mA}$$

$$U_t = 15 \text{ V}, \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 10 \text{ k}\Omega, \quad C_1, C_2 \rightarrow \infty$$

- $R_1 = ?$, ha $I_{S0} = 1 \text{ mA}$ és $U_{be} = 0$?
- $U_{DS}^- = ?$, ha $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ és $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$?
- $U_{DS}^+ = ?$, ha $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ és $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$?
- Mekkora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ és $I_{S0} = 0.25 \text{ mA}$?

Megoldás:

a) $I_{S0} = I_{D0}, \quad I_{D0} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS0} - U_p}{U_p} \right)^2$, azaz $1 = 4 \left(\frac{U_{GS0} - 4}{4} \right)^2 \rightarrow U_{GS0} = 6 \text{ V}$

$$U_{GS0} + I_{S0} R_1 = U_t \quad \rightarrow \quad R_1 = \frac{U_t - U_{GS0}}{I_{S0}} = \frac{15 - 6}{1} = 9 \text{ k}\Omega$$

b) A drain-source kapu egyenáramú lezárása Thevenin helyettesítő képének paramétereit:

$$R_e = R_1 + R_2 = 50 \text{ k}\Omega, \quad U_e = 2 U_t = 30 \text{ V}$$

$$\text{és karakterisztikája: } U_{DS} = U_e - R_e I_D$$

$$U_{DS0} = 30 - 12,5 = 17,5 \text{ V}$$

A váltóáramú lezárás karakterisztikája: $\Delta U_{DS} = -R_v \Delta I_D$, $R_v = R_2 \times R_3 = 5 \text{ k}\Omega$

$$U_{DS}^- = R_v I_{D0} = 5 \cdot 0,25 = 1,25 \text{ V}$$

c) $U_{DS}^+ = U_{DS0} - U_h$, ahol $U_h = U_{GS}$ az $I_D = I_{D00} \left(\frac{U_{GS}}{U_p} \right)^2$ parabola és az

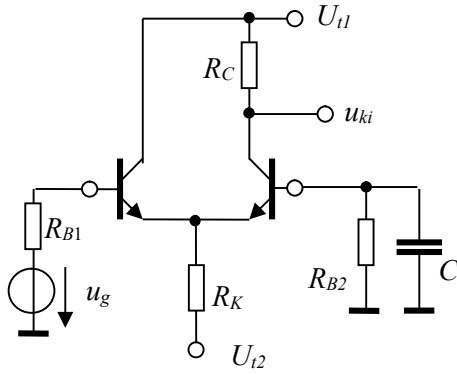
$$I_D - I_{D0} = -R_v (U_{GS} - U_{GS0}) \text{ egyenes metszéspontja: } 4 \left(\frac{U_h}{4} \right)^2 = \frac{1}{4} - 5(U_h - 17,5)$$

$$U_h^2 + 20U_h - 351 = 0 \quad \rightarrow \quad U_h = 11,34 \text{ V} \quad \rightarrow \quad U_{DS}^+ = 17,5 - 11,34 = 6,16 \text{ V}$$

d.) Kimeneti kivezélhetőség: $U_{ki} = U_{DS}$

$$\text{szimmetrikus kimeneti kivezélhetőség: } U_{ki \max} = \min(U_{ki}^+, U_{ki}^-) = \underline{\underline{1,25 \text{ V}}}$$

4. feladat



$T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1 = \beta_2 = 99$, $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$,
 $U_{I1} = 15 \text{ V}$, $U_{I2} = -10 \text{ V}$, $C \rightarrow \infty$
 $R_K = 9,4 \text{ k}\Omega$, $R_C = 10 \text{ k}\Omega$, $R_{B1} = R_{B2} = 1 \text{ k}\Omega$

a.) Határozza meg a tranzisztorok munkaponti emitter áramának pontos értékét!

b.) Határozza meg a differenciál erősítőnek a differenciális erősítését, ha $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$! ($A_D = ?$)

c.) Határozza meg a differenciál erősítőnek a közös módusú erősítését, ha $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$! ($A_K = ?$)

d.) Határozza meg az $\frac{u_{ki}}{u_g}$ feszültség erősítést, ha $I_{E01} = I_{E02} = 0,5 \text{ mA}$? ($\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$)

Megoldás:

a.) $U_{I2} = R_{B1}(1-A)I_{E01} + U_{BE0} + R_K(I_{E01} + I_{E02})$ szimmetria miatt: $I_{E01} = I_{E02} = I_{E0}$

$$I_{E0} = \frac{U_{I2} - U_{BE0}}{R_{B1}(1-A) + 2R_K} = 0,4997 \text{ mA}$$

b.) $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 52 \Omega$ $A_D = \alpha \frac{R_C}{2r_d} = 0,99 \frac{10}{0,104} = 95,23$

c.) $A_K = -\alpha \frac{R_C}{2R_K + r_d} = -0,525$

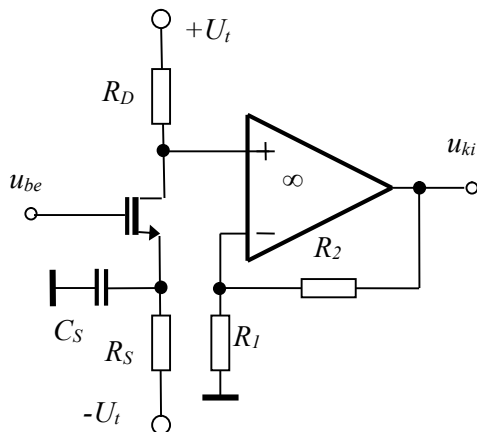
d.) T2 emitterén: $R_{be2} = r_{d2} = 52 \Omega$,

T1 bázisán: $R_{be1} = (1 + \beta)(r_{d1} + R_K \times R_{be2}) = 100(52 + 51,7) = 10,37 \text{ k}\Omega$

bemeneti leosztás, földelt kollektoros fokozat, földelt bázisú fokozat eredője:

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{R_{be1}}{R_{B1} + R_{be1}} \frac{R_K \times R_{be2}}{r_{d1} + R_K \times R_{be2}} \left(\alpha_2 \frac{R_C}{r_{d2}} \right) = 0,9121 \cdot 0,4986 \cdot 190,38 = 86,58$$

5. feladat



$$R_1 = R_2 = 10 \text{ kohm}, \quad R_S = R_D = 7 \text{ kohm}$$

$$U_t = 10 \text{ V}, \quad C_S = 2 \text{ }\mu\text{F}$$

A műveleti erősítő ideális.

A növekményes MOSFET figyelembe veendő adatai: $U_p = 2 \text{ V}$, $I_{D00} = 4 \text{ mA}$,

transzfer karakterisztikája (elzáródásos

$$\text{tartományban): } i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_p}{U_p} \right)^2$$

munkaponti drain árama: $I_{D0} = 1 \text{ mA}$

- Mekkora a kimeneti feszültség U_{ki0} munkaponti értéke?
- $u_{be} = 0$ esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?
- Mekkora az u_{ki}/u_{be} egyenáramú, kisjelű feszültség erősítés értéke?
- Mekkora az u_{ki}/u_{be} váltóáramú feszültség erősítés középfrekvenciás értéke? Jellegre helyesen rajzolja fel a feszültségátvitel töréspontos Bode-diagramját!

Megoldás:

- Mekkora a kimeneti feszültség U_{ki0} munkaponti értéke?

$$U_{D0} = U_t - R_D I_{D0} = 10 - 7 \cdot 1 = 3 \text{ V}, \quad U_{ki0} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) U_{D0} = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$$

- $u_{be} = 0$ esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?

$$P_{D, tr} = \overline{i_D(t) u_{DS}(t)} = I_{D0} U_{DS0} = I_{D0} (2U_t - I_{D0} (R_D + R_S)) = 1 \cdot 6 = \underline{\underline{6 \text{ mW}}}$$

- Mekkora az u_{ki}/u_{be} egyenáramú, kisjelű feszültség erősítés értéke?

A tranzisztor munkaponti meredeksége: $S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_p} = 2 \text{ mS}$

$$C_S \text{ szakadás: } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = - \frac{S R_D}{1 + S R_S} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = - \frac{2 \cdot 7}{15} \cdot 2 = \underline{\underline{-1,867}}$$

- Mekkora az u_{ki}/u_{be} váltóáramú feszültség erősítés középfrekvenciás értéke?

$$C_S \text{ rövidzár: } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -S R_D \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = -2 \cdot 7 \cdot 2 = \underline{\underline{-28}}$$

Jellegre helyesen rajzolja fel a feszültségátvitel töréspontos Bode-diagramját!

Az erősítés kisfrekvenciás aszimptótája :
 $20 \log_{10} (1,865) = 5,42 \text{ dB}$

Az erősítés nagyfrekvenciás aszimptótája :
 $20 \log_{10} (28) = 28,94 \text{ dB}$

