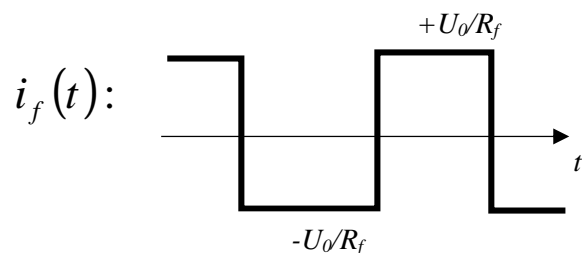
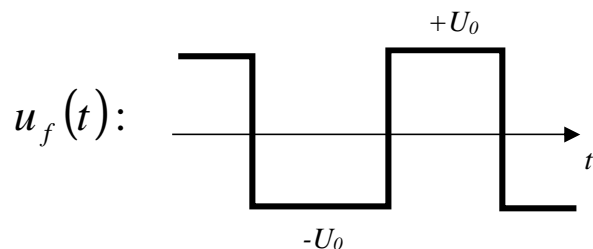
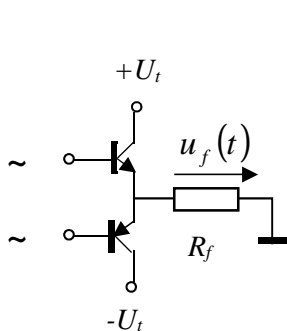


Elektronika 1.	1. vizsga	2016. 12. 21.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	iMsc
Név:		Neptun:							

1. Feladat

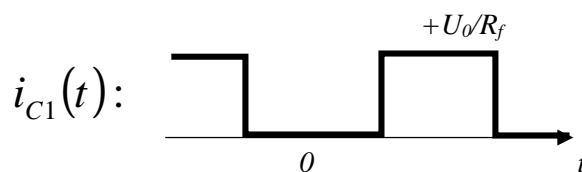
Rajzoljon le egy „B” osztályú, ellenütemű, komplementer tranzisztorokból felépülő teljesítményfokozatot! Mutassa meg, hogy az Ön által megadott áramkörben az egyik tranzisztor P_{D1tr} disszipációs teljesítménye hogyan függ a kimeneten megjelenő szimmetrikus, $\pm U_0$ feszültségű négyszögjel U_0 feszültség 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:

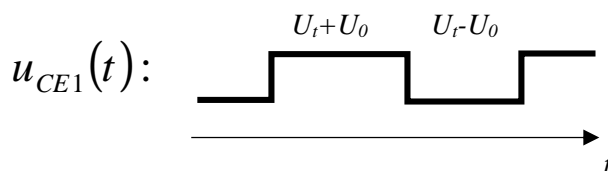


$$P_{D1tr} = \overline{u_{CE1}(t)i_{C1}(t)} =$$

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

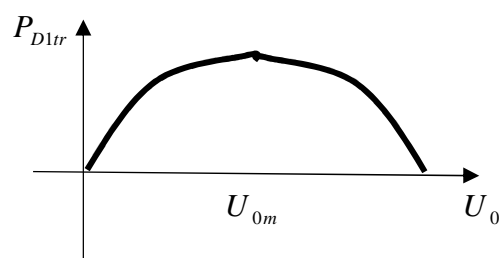


$$P_{D1tr}(U_0) = \frac{U_t}{2R_f} U_0 - \frac{1}{2R_f} U_0^2$$

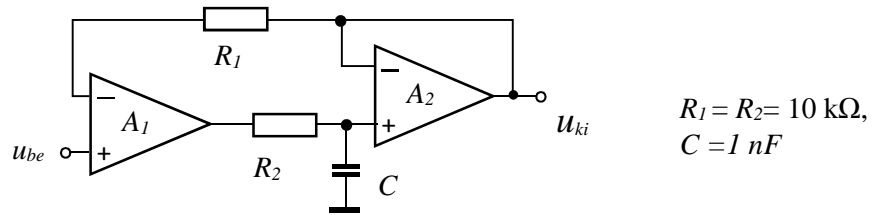


$$\frac{U_t}{2R_f} = \frac{1}{R_f} U_0$$

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



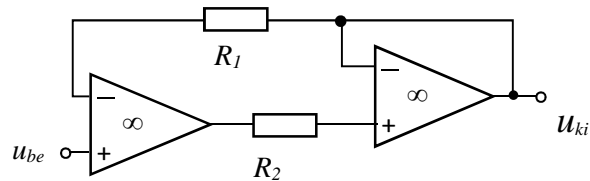
2. Feladat



- Határozza meg az u_{ki}/u_{be} feszültség átvitel abszolút értékét egyenáramon, ha $A_1=A_2=\infty!$
- Határozza meg az u_{ki}/u_{be} feszültség átvitel abszolút értékét egyenáramon és „végtelen” (nagyon nagy) frekvencián, ha $A_1=100$, $A_2=\infty!$
- Határozza meg az $u_{ki}/u_{be}(s)$ transzferfüggvényt Bode-normál alakban, ha $A_1=100$, $A_2=\infty!$
- Rajzolja le az $u_{ki}/u_{be}(\omega)$ transzfer karakterisztika töréspontos Bode-diagramját a jellemző erősítésérték, törésponti frekvencia és meredekségek feltüntetésével $A_1=99$, $A_2=\infty!$

Megoldás:

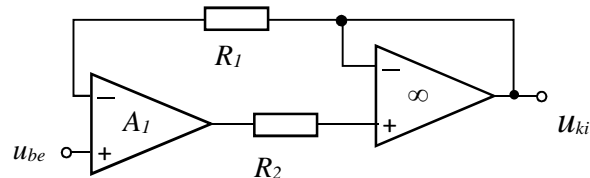
- a.) R_1 -en nem folyik áram, tehát
 $u_{ki}/u_{be} = 1$



- b.) R_1 -en és R_2 -n nem folyik áram

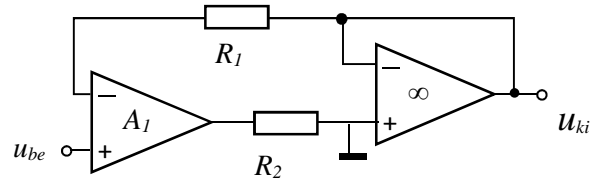
$$u_{kiA1} = u_{ki} = A_1(u_{be} - u_{ki})$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{A_1}{1 + A_1} = 0.99$$



nagyfrekvencián:

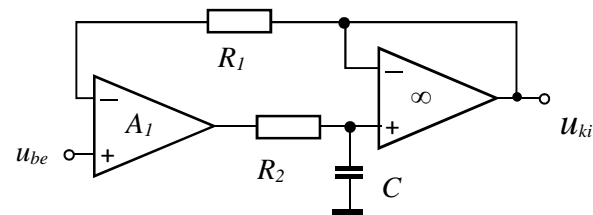
$$u_{ki} = 0, \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = 0$$



c.) $A_1(U_{be} - U_{ki}) \frac{1}{R_2 + \frac{1}{sC}} = U_{ki}$

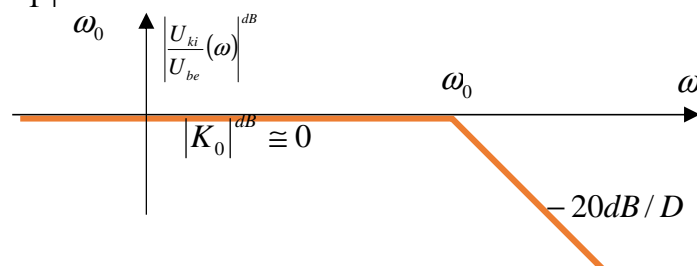
$$A_1(U_{be} - U_{ki}) = (sCR_2 + 1)U_{ki}$$

$$A_1U_{be} = (sCR_2 + 1 + A_1)U_{ki}$$

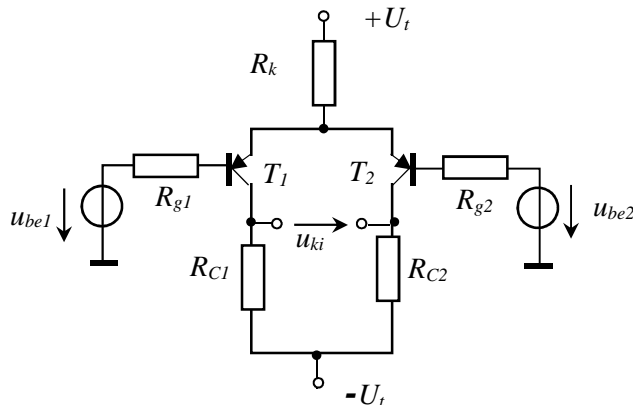


$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(s) = K_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_0}}, \quad \text{ahol } K_0 = \frac{A_1}{1 + A_1} = 0.99, \quad \omega_0 = \frac{1 + A_1}{R_2 C} = 10^7 \text{ rad/sec} = 10 \text{ Mrad/sec}$$

- d.)



3. Feladat



Az áramkör adatai:

$$U_t = 10 \text{ V}$$

$$R_{g1} = R_{g2} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{C1} = R_{C2} = 1,3 \text{ k}\Omega$$

A tranzisztorok adatai:

$$T1 \equiv T2$$

$$U_{EB0} = 0,6 \text{ V}$$

$$B = \beta = \infty$$

munkaponti áramok:

$$I_{E10} = I_{E20} = I_{E0} = 2 \text{ mA}$$

- Határozza meg R_k értékét, $R_k = ?$
- Mennyi a differenciális erősítés, $A_D = ?$
- Határozza meg a közös módusú erősítést, ha $R_{c1} = R_{c2}$
- Határozza meg a közös módusú erősítést, ha $R_{c1} = 1,3 \text{ k}\Omega$, $R_{c2} = 1,4 \text{ k}\Omega$,

Megoldás:

$$\text{a.) } U_t = R_k 2I_{E0} + U_{EB0} \quad R_k = \frac{U_t - U_{EB0}}{2I_{E0}} = \frac{10 - 0,6}{4} = 2,35 \text{ k}\Omega$$

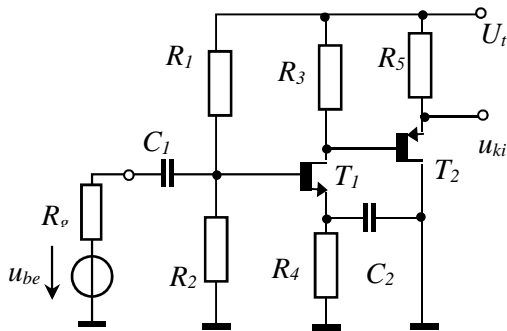
- A közös emitterpont a szimmetria miatt, nulla közösmódusú vezérlés esetén virtuális váltóáramú föld pont.

$$A_D = \frac{u_{ki}}{u_{beD}} \left| \begin{array}{l} \text{ha } u_{beK} = 0, \text{ azaz } u_{be1} = -u_{be2} = u_{beD} / 2 \\ \end{array} \right. = -\frac{R_{C1} + R_{C2}}{r_{d1} + r_{d2}} = -\frac{1300}{13} = -100$$

$$\text{c.) } A_K = \frac{u_{ki}}{u_{beK}} \left| \begin{array}{l} \text{ha } u_{beD} = 0, \text{ azaz } u_{be1} = u_{be2} = u_{beK} \\ \end{array} \right. = -\frac{R_{C1} - R_{C2}}{2(R_K + r_{d1} \times r_{d2})} \Big|_{R_{C1} = R_{C2}} = 0$$

$$\text{d.) } A_K = \frac{u_{ki}}{u_{beK}} \left| \begin{array}{l} \text{ha } u_{beD} = 0, \text{ azaz } u_{be1} = u_{be2} = u_{beK} \\ \end{array} \right. = -\frac{R_{C1} - R_{C2}}{2(R_K + r_{d1} \times r_{d2})} = -\frac{100}{2(2350 + 13)} = -0,021$$

4. Feladat



T_1 : növekményes, n csatornás CMOS tranzisztor:

$$I_{D00} = 2 \text{ mA} \quad U_p = 2 \text{ V}, \quad I_{D1} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS1} - U_p}{U_p} \right)^2$$

T_2 : növekményes, p csatornás CMOS tranzisztor:

$$I_{D00} = 2 \text{ mA} \quad U_p = 2 \text{ V}, \quad I_{D2} = I_{D00} \left(\frac{U_{SG2} - U_p}{U_p} \right)^2$$

munkaponti árama: $I_{D20} = 2 \text{ mA}$

$U_t = 12 \text{ V}, \quad C_1 = C_2 = \infty,$

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 50 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 12 \text{ k}\Omega, \quad R_5 = 1 \text{ k}\Omega,$

Kérdések:

- Mekkora T_2 munkaponti source-gate feszültsége, $U_{SG20} = ?$
- Mekkora T_1 munkaponti drain árama, $I_{D10} = ?$
- $R_4 = ?$,
- Mekkora a tranzisztorok munkaponti disszipációja: $P_{D1} = ? \quad P_{D2} = ?$

Megoldás:

$$\text{a.) } U_{SG20} = U_p \left(1 + \sqrt{\frac{I_{D20}}{I_{D00}}} \right) = 2 \left(1 + \sqrt{\frac{2}{2}} \right) = 4 \text{ V}$$

$$\text{b.) } I_{D10} = \frac{R_5 I_{D20} + U_{SG20}}{R_3} = \frac{2 + 4}{12} = 0,5 \text{ mA}$$

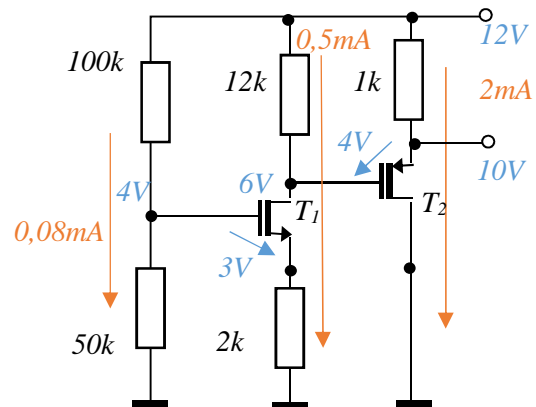
$$\text{c.) } U_{G10} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = 6 \text{ V},$$

$$U_{GS10} = U_p \left(1 + \sqrt{\frac{I_{D10}}{I_{D00}}} \right) = 3 \text{ V}$$

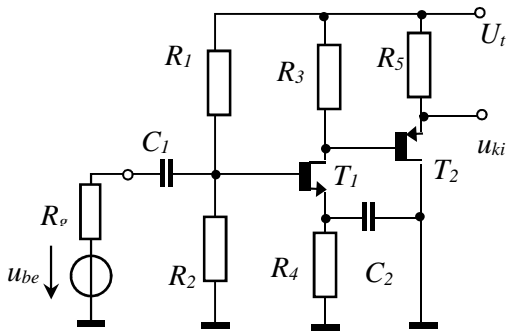
$$R_4 = \frac{U_{G10} - U_{GS10}}{I_{D10}} = \frac{6 - 3}{0,5} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$\text{d.) } P_{D1} = U_{DS10} I_{D10} = (6 - 1) 0,5 = 2,5 \text{ mW},$$

$$P_{D2} = U_{SD20} I_{D20} = (12 - 2) 2 = 20 \text{ mW}$$



5. Feladat



T_1 : növekményes, n csatornás CMOS tranzisztor:

$$I_{D00} = 2 \text{ mA} \quad U_p = 2 \text{ V}, \quad I_{D1} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS1} - U_p}{U_p} \right)^2$$

munkaponti meredekség: $S_1 = 2 \text{ mS}$

T_2 : növekményes, p csatornás CMOS tranzisztor:

$$I_{D00} = 2 \text{ mA} \quad U_p = 2 \text{ V}, \quad I_{D2} = I_{D00} \left(\frac{U_{SG2} - U_p}{U_p} \right)^2$$

munkaponti meredekség: $S_2 = 2 \text{ mS}$

$U_t = 12 \text{ V}$, $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = \infty$, $R_g = 66,6 \text{ k}\Omega$

$R_1 = 200 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4,5 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 2,5 \text{ k}\Omega$,

Kérdések:

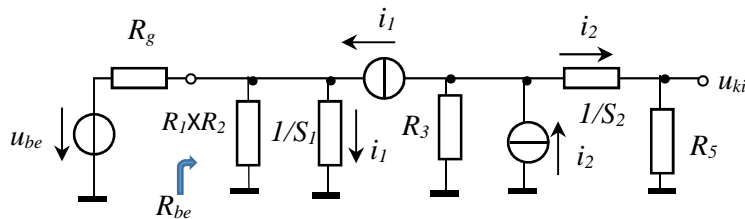
a.) Rajzolja le a kisjelű, lineáris középfrekvenciás helyettesítő képet!

b.) Mekkora a középfrekvenciás feszültség erősítés, $U_{ki}/U_{be} = ?$

c.) $R_{ki} = ?$,

d.) Mekkora az erősítő alsó határfrekvenciája, $\omega_a = ?$

Megoldás:



a.)

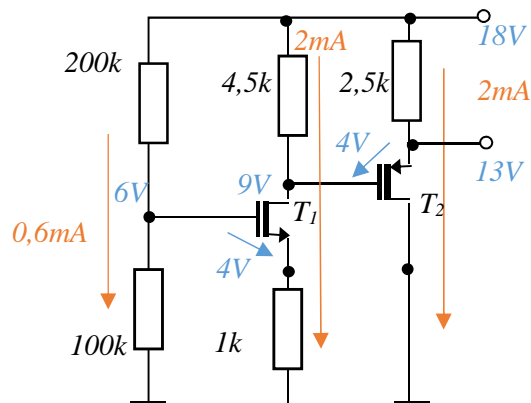
b.) $R_{be} = R_1 \times R_2 = 66,6 \text{ k}\Omega$,

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} (-S_1 R_3) \frac{R_5}{\frac{1}{S_2} + R_5} = -\frac{66,6}{66,6 + 66,6} 2 \cdot 4,5 \frac{2,5}{0,5 + 2,5} = -3,75$$

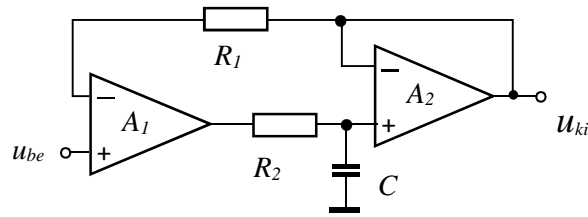
c.) $R_{ki} = R_5 \times \frac{1}{S_2} = 0,417 \text{ k}\Omega$

d.) $\omega_a = \frac{1}{C_1 (R_g + R_{be})} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6} (66,6 + 66,6) 10^3} = 3,75 \text{ rad/sec}$

Egyenáramú viszonyok:



IMsc . Feladat



$$R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega,$$

$$C = 1 \text{ nF}$$

$$A_1 = A_2 = 100$$

Határozza meg az $u_{ki}/u_{be}(s)$ transzferfüggvényt Bode-normál alakban!

Határozza meg és rajzolja le az $u_{ki}(t)$ idő függvényt, ha a bemeneten egységugrásnyi feszültség lép fel, $u_{be}(t) = 1(t)!$

Megoldás:

$$A_2 \left(A_1 (U_{be} - U_{ki}) \frac{1}{R_2 + \frac{1}{sC}} - U_{ki} \right) = U_{ki}$$

$$A_2 (A_1 (U_{be} - U_{ki}) - (1 + cCR_2) U_{ki}) = (1 + cCR_2) U_{ki}$$

$$A_2 (A_1 U_{be} - A_1 U_{ki} - (1 + cCR_2) U_{ki}) = (1 + cCR_2) U_{ki}$$

$$A_2 A_1 U_{be} = (1 + sCR_2) U_{ki} + A_2 A_1 U_{ki} + A_2 (1 + sCR_2) U_{ki} = ((1 + sCR_2) + A_2 A_1 + A_2 (1 + sCR_2)) U_{ki}$$

$$A_2 A_1 U_{be} = (1 + A_2 + A_2 A_1 + sCR_2 + sA_2 CR_2) U_{ki}$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{A_2 A_1}{1 + A_2 + A_2 A_1} \frac{1}{1 + sCR_2} \frac{1 + A_2}{1 + A_2 + A_2 A_1} = K_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

$$K_0 = \frac{A_2 A_1}{1 + A_2 + A_2 A_1} = \frac{10000}{10101}$$

$$\omega_p = \frac{1 + A_2 + A_2 A_1}{1 + A_2} \frac{1}{CR_2} = \frac{10101}{101} 10^5 \text{ rad/sec} \cong 10 \text{ Mrad/sec}$$

$$u_{ki}(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - e^{-\omega_p t}$$