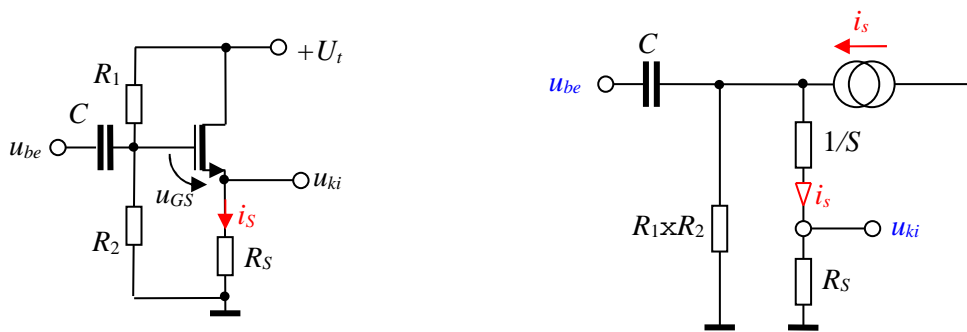


Elektronika 1.	2.vizsga	2017. 06. 09.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat

Rajzolja fel a betöltéssel (növekményes) n-csatornás MOS FET-es földelt drain-es fokozat egy telepes munkapont-beállítású kapcsolási elrendezését és kisjelű, lineáris helyettesítő képét! A tranzisztor mely munkaponti adataitól és hogyan függ a tranzisztor munkaponti meredeksége? Adja meg az alapkapcsolás következő két kisjelű paraméterét: A_u , R_{ki} !

Megoldás:

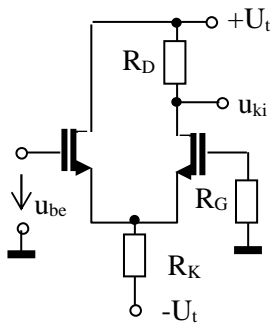


$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P}$$

Ha: $C \rightarrow \infty$ $A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_s}{R_s + 1/S} = \frac{SR_s}{1 + SR_s}$

$u_{be} = 0$ $R_{ki} = R_s \times (1/S) = \frac{R_s}{1 + SR_s}$

2. feladat



$$U_t = 10 \text{ V}, R_K = 3,5 \text{ k}\Omega, R_D = 2 \text{ k}\Omega, R_G = 1 \text{ k}\Omega$$

A két tranzisztor egyforma, paramétereik: $U_p = 2 \text{ V}$, $I_{D00} = 4 \text{ mA}$

a.) Határozza meg az R_K ellenállás munkaponti ($u_{be} = 0$) disszipációs teljesítményét, ha a tranzisztorok munkaponti áramai: $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$!

b.) $u_{be} = 0$ esetén melyik tranzisztor és miért melegedik jobban? $P_{tr1} = ?$, $P_{tr2} = ?$

c.) Határozza meg a kisjelű feszültség erősítés értékét, ha a tranzisztorok munkaponti merevedésképe 2 mS ! $u_{ki}/u_{be} = ?$

d.) Határozza meg a felső határfrekvenciát, ha a kimenetet terhelő $C_t = 20 \text{ pF}$ párhuzamos kapacitást kell figyelembe venni!

Megoldás:

a.) Mivel R_G -n nem folyik áram és $u_{be} = 0$, ezért $U_{GS01} = U_{GS02} = U_{GS0}$ és $I_{D01} = I_{D02} = I_{D0}$.

A tranzisztorok bemeneti (transzfer) karakterisztikája: $I_{D0} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS0} - U_p}{U_p} \right)^2 \rightarrow U_{GS0} = 3 \text{ V}$

Az R_K ellenálláson

a munkaponti feszültség $U_t - U_{GS0} = 7 \text{ V}$, az áram $2 I_{D0}$, tehát a teljesítmény: $P_{R_K} = 14 \text{ mW}$.

b.) A tranzisztorok munkaponti adatai:

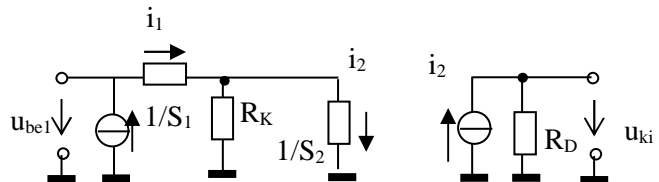
$$U_{DS01} = U_t + U_{GS0} = 13 \text{ V}, I_{D01} = 1 \text{ mA}, P_{tr1} = 13 \text{ mW}$$

$$U_{DS02} = U_t + U_{GS0} - R_D I_{D02} = 11 \text{ V}, I_{D02} = 1 \text{ mA}, P_{tr2} = 11 \text{ mW}$$

Tehát az 1. tranzisztor melegszik jobban.

c.) Feszültség erősítés:

$$\frac{1}{S} = 0,5 \text{ k}\Omega$$



$$A_D = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_D i_2}{u_{be}} = R_D \frac{i_1}{u_{be}} \frac{i_2}{i_1} = \frac{R_D}{\frac{1}{S_1} + R_K} \times \frac{1}{\frac{1}{S_2}} \frac{R_K}{R_K + \frac{1}{S_2}} = \frac{2}{0,5 + 3,5 \times 0,5} \frac{3,5}{3,5 + 0,5} = \frac{2}{0,9375} \frac{3,5}{4} = 1,8667$$

$$d.) \omega_{fi} = \frac{1}{R_D C_t} = 25 \text{ Mrad/sec} = 3,98 \text{ MHz}$$

3. feladat

A műveleti erősítő ideális.

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ kohm}$.

$C = 10 \text{ nF}$

a) Mennyi az U_{ki}/U_{be} feszültség erősítés egyenáramon?

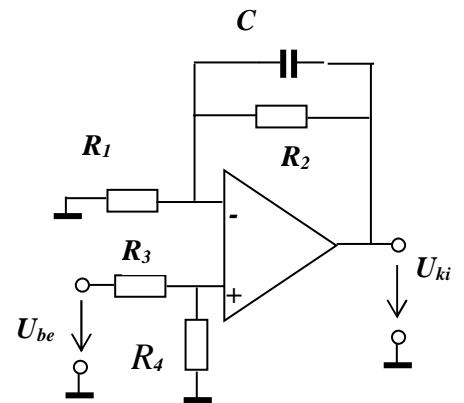
b) Adja meg az $U_{ki}/U_{be}(s)$ feszültség transzfer függvényt

Bode-normált alakban!

c) Rajzolja fel az amplitúdó és fázis Bode diagramot,

számszerűen adja meg a törésponti és aszimptotikus értékeket!

d) Hány decibel U_{ki}/U_{be} abszolút értéke $\omega = 1 \text{ Mrad/s}$ frekvencián?



Megoldás:

$$a) \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1$$

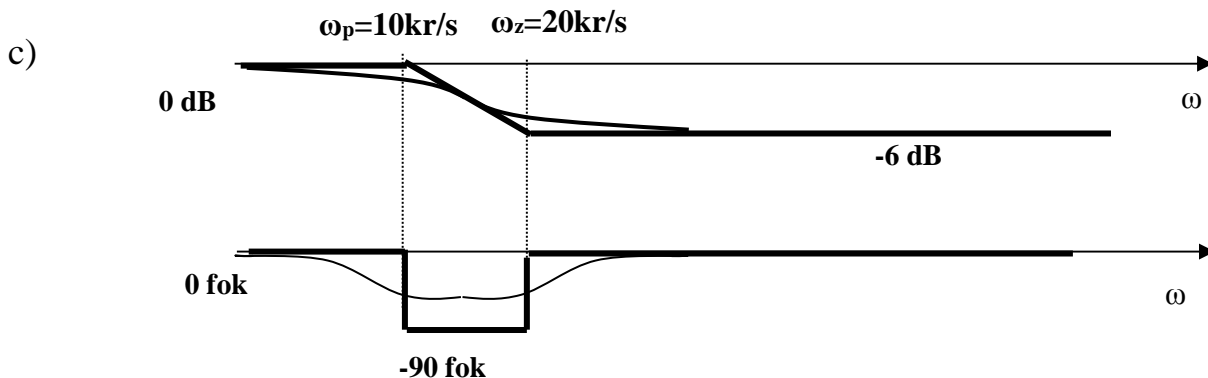
$$b) Z_{RC}(s) = R_2 * \frac{1}{sC} = \frac{R_2}{1 + sR_2C}$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(s) = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \frac{R_1 + Z_{RC}(s)}{R_1} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \frac{R_1 + R_2}{R_1} \frac{1 + s \frac{R_1}{R_1 + R_2} R_2 C}{1 + sR_2C} = K_0 \frac{1 + \frac{s}{\omega_z}}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

$$K_0 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1,$$

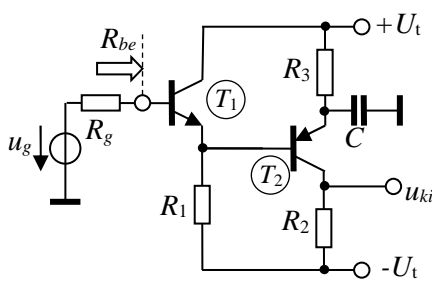
$$\omega_p = \frac{1}{R_2 C} = \frac{1}{10^4 \cdot 10^{-8}} \text{ r/s} = 10 \text{ krad/s},$$

$$\omega_z = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \omega_p = 20 \text{ krad/s}$$



$$d) \left| \frac{U_{ki}}{U_{be}}(\omega = 1 \text{ Mr/s}) \right| = \frac{1}{2} \rightarrow \left| \frac{U_{ki}}{U_{be}}(\omega = 1 \text{ Mr/s}) \right|^{dB} = -6 \text{ dB}$$

4. feladat



T_1 $n-p-n$, $U_{BE0} = 0,6$ V, $B_1 = \beta_1 = 99$ $I_{E01} = 1$ mA

T_2 $p-n-p$, $U_{EB0} = 0,6$ V, $B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty$

$U_t = 15$ V; $R_1 = 14,3$ k Ω ; $R_2 = 5$ k Ω ; $R_3 = 7,55$ k Ω ; $C = \infty$

$R_g = 10$ k Ω

a) A T_1 és T_2 tranzisztor alapkapsolásának típusa?

b) Határozza meg T_2 tranzisztor munkaponti áramát! $I_{E02} = ?$

c) Mekkora a váltóáramú, kisjelű erősítés? $A_u = u_{ki}/u_g = ?$

d) Határozza meg az erősítő bemenő ellenállását! $R_{be} = ?$

Megoldás:

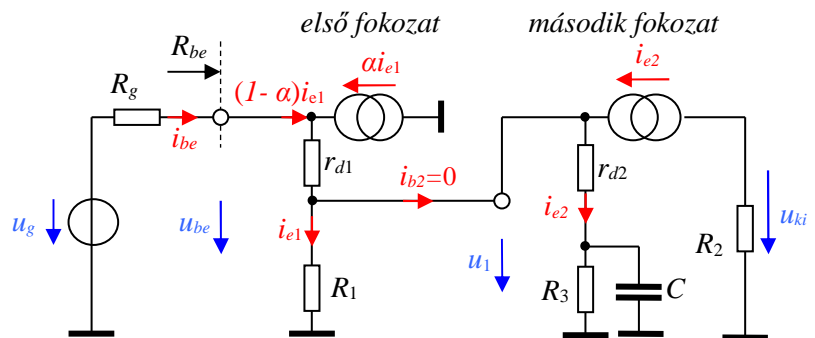
- a) T_1 : Közös kollektoros (Földelt Kollektoros) kapcsolás FC
 T_2 : Közös emitteres (Földelt Emitteres) kapcsolás FE

b) $U_t - (-U_t) = R_3 I_{E02} + U_{EB0} + R_1 I_{E01} \rightarrow I_{E02} = \frac{2U_t - R_1 I_{E01} - U_{EB0}}{R_3} = \dots = 2$ mA

- c) $A_u = ?$ ha $C \rightarrow \infty$

$$r_{d1} = \frac{26 \text{ mV}}{I_{E01}} = 26 \Omega, \quad r_{d2} = 13 \Omega$$

$$\alpha = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} = 0,99$$



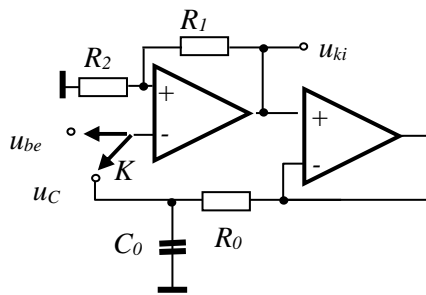
$$A_1 = \frac{u_1}{u_g} = \frac{R_1}{(1 - \alpha)R_g + r_{d1} + R_1} = \frac{14,3}{0,1 + 0,026 + 14,3} = 0,99$$

$$A_2 = \frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384,6 \quad \text{ha } C \rightarrow \infty. \quad A = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_2 = -380,8$$

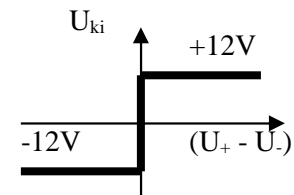
- c) $R_{be} = ?$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = (1 + \beta)(r_{d1} + R_1) = 1432,6 \text{ k}\Omega \approx 1,43 \text{ M}\Omega$$

5. feladat



Az ideális műveleti erősítők nagyjelű, telítéses karakterisztikája:



$$R_1 = 5 \text{ k}\Omega, R_2 = 10 \text{ k}\Omega, R_0 = 5 \text{ k}\Omega, C_0 = 40 \text{ nF}$$

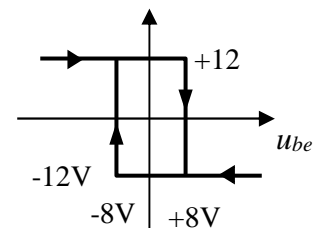
- Rajzolja fel az $u_{ki} - u_{be}$ karakterisztikát ha a K kapcsoló u_{be} állásban van!
- Határozza meg az a.) pontbeli karakterisztika hiszterézisét!
- Rajzolja le $u_{ki}(t)$ és $u_c(t)$ feszültségek lépték helyes idő függvényét, ha K kapcsoló u_c állásban van!
- A K kapcsoló u_c állásában mekkora az $u_{ki}(t)$ kimenő jel frekvenciája?

Megoldás:

- a.) Fázisfordító pozitív visszacsatolású komparátor:

$$\text{Kimeneti feszültség szintek: } \pm U_M = \pm 12V$$

$$\text{Billenési feszültség szintek: } \frac{R_2}{R_1 + R_2} (\pm U_M) = \pm 8V$$

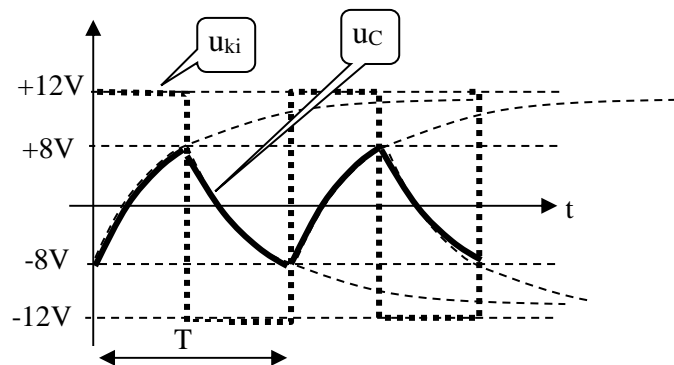


- b.) Hiszterézis, a billenési szintek különbsége:

$$U_H = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (U_{kiM} - U_{kim}) = \frac{10}{15} (12 - (-12)) = 16V$$

- c.) A kimenet $\pm 12 \text{ V}$ szintek közt billeg,

a C_0 kondenzátor a -8 V ($+8 \text{ V}$) billenési szintről a $+12 \text{ V}$ (-12 V) kimeneti feszültségre töltődik R_0 ellenálláson keresztül $\tau = R_0 C_0$ időállandóval $T/2$ ideig, amikor eléri a $+8 \text{ V}$ billenési szintet és a kimenet -12 V -ra billen.



- d.) $\tau = R_0 C_0 = 5 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^{-9} = 2 \cdot 10^{-4} = 200 \mu\text{s}$

$$t \in [0 : T/2]: \quad u_c(t) = -8 + (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})(12 - (-8)) = 12 - 20e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Big|_{t = \frac{T}{2}} = 8$$

$$12 - 20e^{-\frac{T}{2\tau}} = 8 \quad \rightarrow \quad e^{-\frac{T}{2\tau}} = 5 \quad T = 2\tau \ln 5 = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 1.6094 = 643,8 \mu\text{s} \quad f = 1,55 \text{ kHz}$$