

Elektronika 1.	vizsga	2015. 06. 17.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat

Rajzolja le

- R_g generátor ellenállású meghajtó fokozat és az R_t ellenállású terhelés között működő,
- mind a bemeneten mind a kimeneten kapacitív csatolású,
- növekményes, n-csatornás MOS FET-es,
- egy telepes munkapont beállítású,

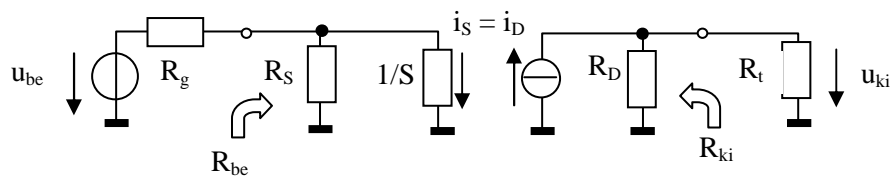
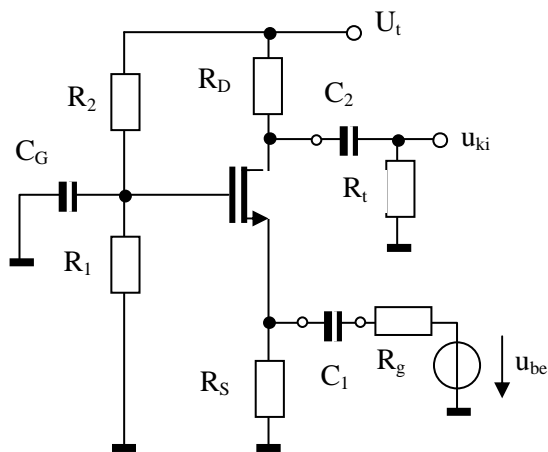
földelt gate-es alapkapsolást

és kisjelű, középfrekvenciás, lineáris helyettesítő képét!

Adja meg a kapcsolás kisjelű

- A_u feszültségerősítés,
- R_{ki} kimenőellenállás és
- R_{be} bemenő ellenállás paramétereit!

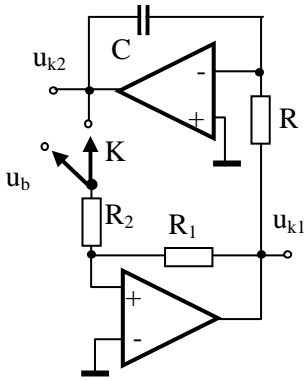
Megoldás:



$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_S \times \frac{1}{S}}{R_g + R_S \times \frac{1}{S}} S(R_D \times R_t)$$

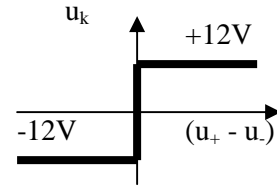
$$R_{be} = R_S \times \frac{1}{S} \quad R_{ki} = R_D$$

2. feladat



Az ideális műveleti erősítők karakterisztikája:

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega, R_2 = 10 \text{ k}\Omega, \\ R = 10 \text{ k}\Omega, C = 20 \text{ nF}$$



- Rajzolja fel az $u_{k1} - u_b$ karakterisztikát ha a K kapcsoló u_b állásban van!
- Határozza meg az a.) pontbeli karakterisztika hiszterézisét! $U_H = ?$
- Rajzolja le $u_{k1}(t)$ és $u_{k2}(t)$ feszültségek lépték helyes idő függvényét, ha K kapcsoló u_{k2} állásban van!

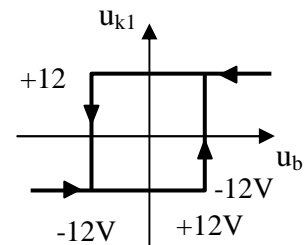
d.) A K kapcsoló u_{k2} állásában mekkora a kimenő jel frekvenciája? $f = ?$

Megoldás:

a.) Nem invertáló, pozitív visszacsatolású komparátor:

Kimeneti feszültség szintek: $U_m = -U_M = -12V$

Billenési feszültség szintek: $\frac{R_2}{R_1} \pm U_M = \pm 12V$

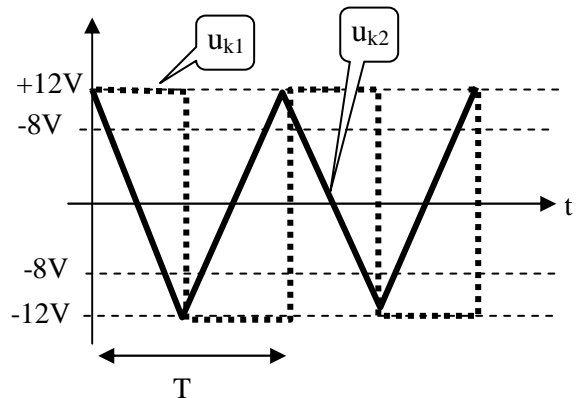


b.) Hiszterézis, a billenési szintek különbsége:

$$U_H = \frac{R_2}{R_1} (U_M - U_m) = \frac{20}{30} (12 - (-12)) = \boxed{24V}$$

c.) Az első műveleti erősítő $u_{k1}(t)$ kimenete $\pm 12V$ szintek közt billeg.

A C kondenzátorral negatívan visszacsatolt második műveleti erősítő invertáló integrátorként működik, konstans bemenetek hatására az $u_{k2}(t)$ kimenete lineárisan fel-le változik a $\pm 12V$ billenési szintek közt.



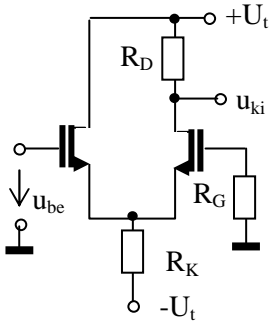
d.) A C kondenzátort töltő áram: $I_C = \pm \frac{U_M}{R}$

$$\Delta u_{k2} \Big|_{\Delta T = \frac{T}{2}} = \Delta u_c = \frac{\Delta Q_C}{C} = \frac{I_C \Delta T}{C} = \frac{U_M T}{CR} = 2 \frac{R_2}{R_1} U_M$$

$$T = 4 \frac{R_2}{R_1} RC = 4 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-9} = 8 \cdot 10^{-5} = 80 \mu \text{sec}$$

$$\boxed{f = \frac{1}{T} = 12,5 \text{ kHz}}$$

3. 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: $U_p = 2 \text{ V}$, $I_{D00} = 4 \text{ mA}$

- Határozza meg az R_k ellenállás munkaponti ($u_{be} = 0$) disszipációs teljesítményét, ha a tranzisztorok munkaponti áramai: $I_{D01} = I_{D02} = 1 \text{ mA}$!
- $u_{be} = 0$ esetén melyik tranzisztor és miért melegedik jobban? $P_{tr1} = ?$, $P_{tr2} = ?$
- Határozza meg a kisjelű feszültség erősítés értékét, ha a tranzisztorok munkaponti meredeksége 2 mS ! $u_{ki}/u_{be} = ?$
- 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: $P_{Rk} = 14 \text{ mW}$.

- b.) A tranzisztorok munkaponti adatai:

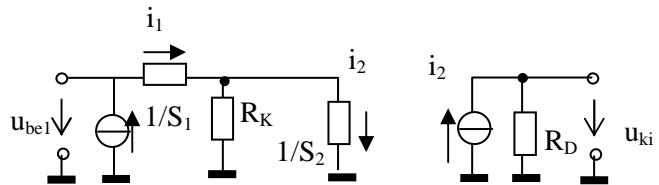
$$U_{DS01} = U_t + U_{GS0} = 13 \text{ V}, I_{D01} = 1 \text{ mA}, P_{tr1} = 13 \text{ mW}$$

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

Tehát az 1. tranzisztor melegszik jobban.

- c.) Feszültség erősítés:

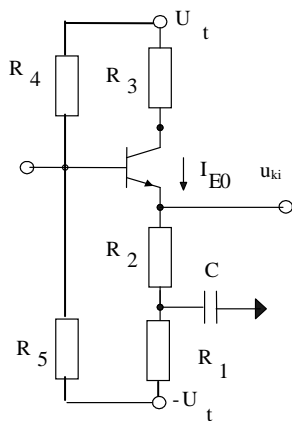
$$\frac{1}{S} = 0,5 \text{ k}\Omega$$



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

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

4. feladat



n-p-n tranzisztor:

$$U_{BE0} = 0.6 \text{ V} \quad U_m = 1 \text{ V} ; \alpha = A = 1.$$

$$U_t = 15 \text{ V}, R_1 = 10 \text{ k}\Omega, R_3 = 5 \text{ k}\Omega, R_4 = 50 \text{ k}\Omega, C \rightarrow \infty$$

a) $R_2 = ?$, ha $R_4 = R_5$ és $I_{E0} = 0.5 \text{ mA}$?

b) $U_{CE}^+ = ?$, ha $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

c) $U_{CE}^- = ?$, ha $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

d) Mekora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója, ha $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ és $I_{E0} = 1 \text{ mA}$?

Megoldás:

a) $A=1 \rightarrow B=\infty \rightarrow$ nincs bázis áram,

$$R_4 = R_5 \rightarrow U_{B0} = 0, \quad U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = -0.6 \text{ V}$$

$$U_{E0} - (-U_t) = (R_2 + R_1)I_{E0} \rightarrow (R_2 + R_1) = 14.4 / 0.5 = 28.8 \text{ k}\Omega \rightarrow R_2 = \boxed{18.8 \text{ k}\Omega}$$

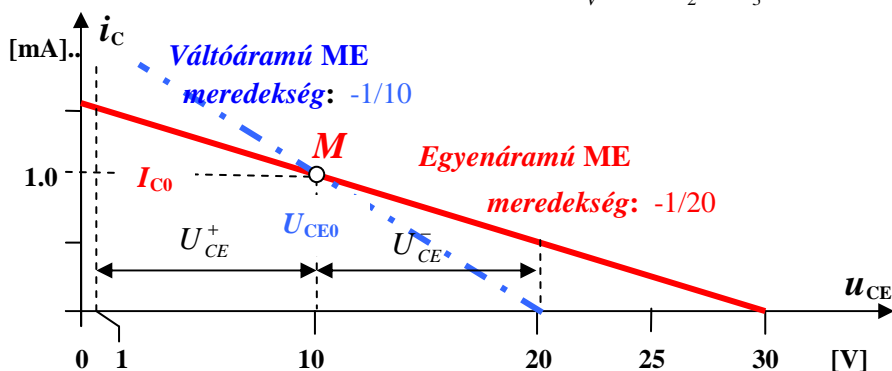
b,c) Tranzisztor kivezélhetősége:

Egyenáramú analízis: $2U_t = U_{CE} + I_C(R_1 + R_2 + R_3)$

$$I_{C0} = I_{E0} = 1 \text{ mA} \rightarrow U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_1 + R_2 + R_3) = 30 - 1 * 20 = 10 \text{ V}$$

Az egyenáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = -\frac{1}{20} \text{ [mS]}$

A váltóáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_V} = -\frac{1}{R_2 + R_3} = -\frac{1}{10} \text{ [mS]}$



Az ábra alapján: $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = \underline{9 \text{ V}}$,

$$U_{CE}^- = R_V I_{CE0} = 10 * 1 = 10 \text{ V}$$

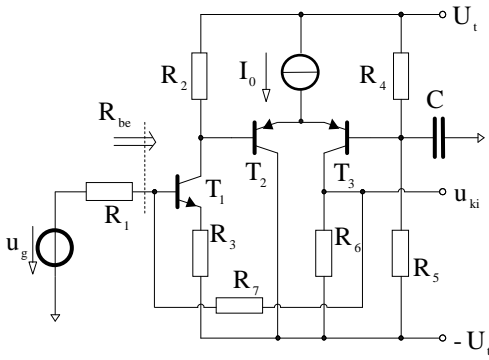
d.) Kimeneti kivezélhetőség:

$$U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 10 \frac{5}{10} = 5 \text{ V}$$

$$U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \dots = 4.5 \text{ V}$$

szimmetrikus kimeneti kivezélhetőség: $U_{ki \max} = \min(U_{ki}^+, U_{ki}^-) = \underline{4.5 \text{ V}}$

5. feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, I_0 = 2 \text{ mA},$$

$$R_1 = 500 \Omega, R_2 = 3 \text{ k}\Omega, R_3 = 5,7 \text{ k}\Omega, R_4 = 60 \text{ k}\Omega,$$

$$R_5 = 180 \text{ k}\Omega, R_6 = 12 \text{ k}\Omega, R_7 = 100 \text{ k}\Omega$$

T_1 : n-p-n tranzisztor, $\beta_1 = B_1 \rightarrow \infty$, $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$, $C \rightarrow \infty$,
 $T_2 = T_3$: p-n-p tranzisztor, $\beta_2 = B_2 = \beta_3 = B_3 \rightarrow \infty$, $U_{EB0} = 0,6 \text{ V}$,

a.) Mekkora a T_2 és T_3 tranzisztorok I_{E02} , I_{E03} munkaponti áramai, ha T_1 munkaponti árama $I_{E01} = 2 \text{ mA}$?

b.) Mekkora az R_7 ellenálláson folyó I_{R70} munkaponti áram értéke?

c.) Milyen a visszacsatolás típusa?

d.) $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$, ha $r_{d1} = 13 \Omega$, $r_{d2} = r_{d3} = 26 \Omega$, és $R_7 \rightarrow \infty$.

Megoldás:

a.) $U_{B02} = U_t - R_2 I_{E01} = 6 \text{ V}$ és $U_{B03} = 2U_t \frac{R_5}{R_5 + R_4} - U_t = 24 \frac{180}{240} - 12 = 6 \text{ V}$

Mivel $U_{B02} = U_{B03}$, ezért: $I_{E02} = I_{E03} = \frac{I_0}{2} = 1 \text{ mA}$

b.) $I_{R70} = 0$ mert $U_{C30} = -U_t + R_5 I_{C30} = -12 + 12 = 0$ és $U_g = 0$ és T_1 bázisán nem folyik áram.

c.) A visszacsatolás típusa?

Negatív, mert az első fokozat fázist fordít, a második(diff.er.) meg nem.

Párhuzamos, mert a bemenő jel és a visszacsatolt jel azonos elektródán.

Feszültség v.cs., mert ha $R_t = 0$, $u_{ki} = 0$ és ekkor a visszacsatoló jel is zérus.

d.)

$R_{be} \rightarrow \infty$ (mert $\beta_1 \rightarrow \infty$) nincs bemeneti- és a két fokozat közötti leosztás (mert $\beta_2 \rightarrow \infty$)

$$R_{ki} = R_6 = 12 \text{ k}\Omega$$

$$A_1 = \frac{u_2}{u_{be}} = \left(-\frac{R_2}{r_{d1} + R_3} \right) = -\frac{3}{5,713} = -0,525$$

$$A_2 = \frac{u_{ki}}{u_2} = \frac{R_6}{r_{d2} + r_{d3}} = \frac{12000}{52} = 230,8$$

$$A_{\ddot{u}} = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_2 = -121,1$$

