

Elektronika 1.	vizsga	2016. 06. 02.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

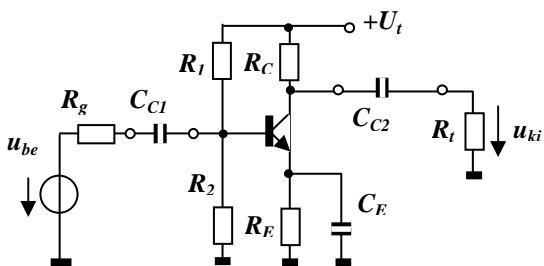
1. feladat

Rajzolja le az R_g generátor ellenállású meghajtó fokozat és az R_t ellenállású terhelés között működő, mind a bemeneten mind a kimeneten kapacitív csatolású, egytelepes (pozitív telepfeszültségű) munkapont beállítású, alábbi erősítőket:

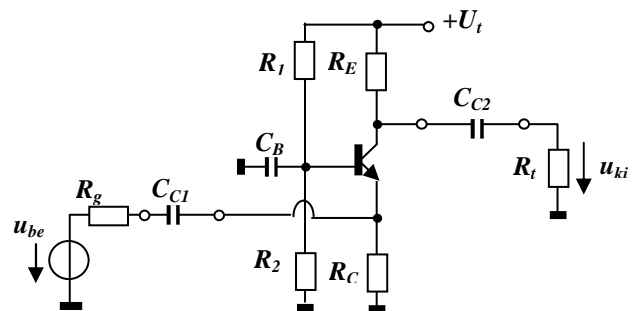
- npn földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- npn földelt bázisú erősítő
- pnp földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- pnp földelt bázisú erősítő

Megoldás:

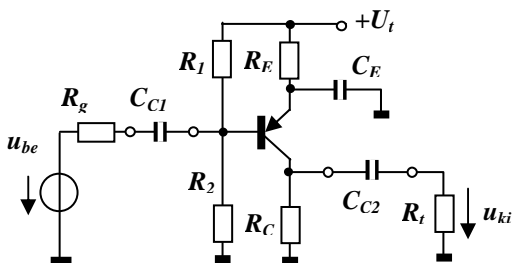
npn földelt emitteres erősítő:



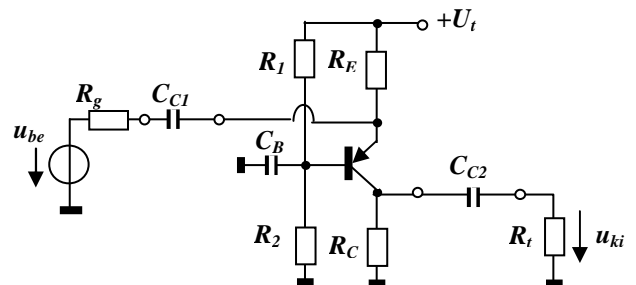
npn földelt bázisú erősítő:



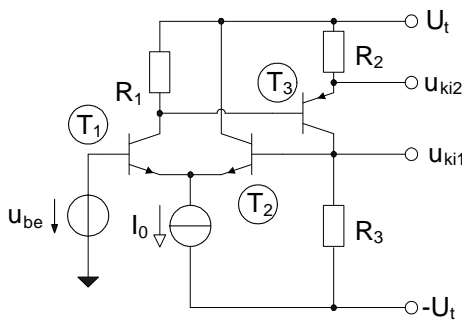
pnp földelt emitteres erősítő:



pnp földelt bázisú erősítő:



2. feladat Határozza meg az alábbi kapcsolás jellemzőit!

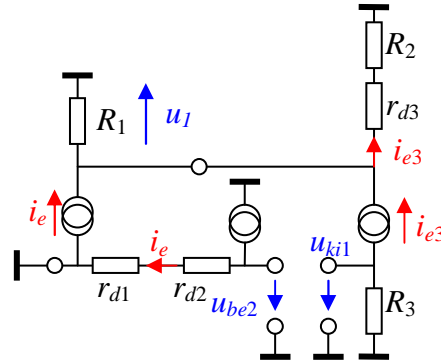
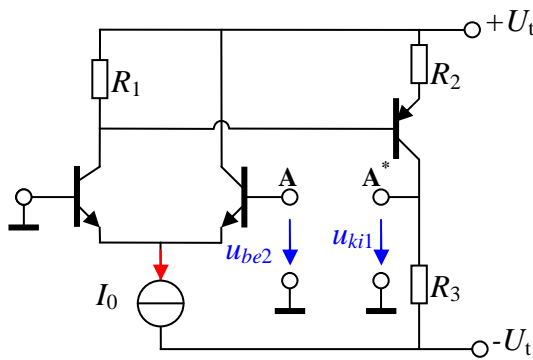


- $U_t = 15 \text{ V}$, $R_1 = 5,6 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$, $I_0 = 2 \text{ mA}$, $T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta = B \rightarrow \infty$, $I_{E01} = I_{E02} = 1 \text{ mA}$, T_3 : p-n-p tranzisztor, $\beta_3 = B_3 \rightarrow \infty$, $I_{E03} = 1 \text{ mA}$
- A visszacsatolás típusa U_{ki1} kimenet esetén?
 - A visszacsatolás típusa U_{ki2} kimenet esetén?
 - Mekkora a hurok átvitel (βA)=?
 - $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$

Megoldás:

- A visszacsatolás típusa U_{ki1} kimenet esetén: *soros, negatív, feszültség-visszacsatolás.*
- A visszacsatolás típusa U_{ki2} kimenet esetén: *soros, negatív, áram-visszacsatolás.*
- (βA)=?

Felvágjuk a hurkot (úgy, hogy az impedancia viszonyok ne változzanak, $i_{b2} = 0$) és kiszámítjuk az $u_{be2} \rightarrow u_{ki1}$ átvitelt (a hurokerősítés -1-szerese). $u_{be1} = 0$.



$$1.) \quad i_e = \frac{u_{be2}}{r_{d1} + r_{d2}} = \frac{u_{be2}}{2r_d} \quad 2.) \quad u_1 = i_e R_1 = i_{e3} (r_{d3} + R_2) \rightarrow i_{e3} = i_e \frac{R_1}{r_{d3} + R_2}$$

$$3.) \quad u_{ki1} = -i_{e3} R_3 = -\frac{R_1}{2r_d} \frac{R_3}{r_{d3} + R_2} u_{be2} \quad 4.) \quad r_{d1} = r_{d2} = r_{d3} = r_d = 26 \Omega$$

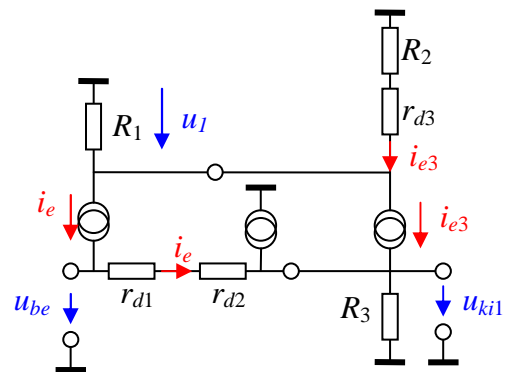
Definíció szerint: $(A\beta) = -\frac{u_{ki1}}{u_{be2}} = \frac{R_1}{2r_d} \frac{R_3}{r_{d3} + R_2} = \frac{5600}{52} \frac{15000}{5026} = 321.4$

d.) $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$

$$1.) \quad i_e = \frac{u_{be} - u_{ki1}}{2r_d} \quad 2.) \quad u_1 = i_e R_1 = i_{e3} (r_{d3} + R_2)$$

$$i_e = i_{e3} \frac{R_2 + r_{d3}}{R_1} = \frac{u_{ki1}}{R_3} \frac{R_2 + r_{d3}}{R_1} = \frac{u_{be} - u_{ki1}}{2r_d}$$

$$u_{ki1} \left(1 + \frac{1}{A} \right) = u_{be} \quad A = \frac{R_1}{2r_d} \frac{R_3}{r_{d3} + R_2} = 321.4$$



$$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = \frac{A}{1 + A} \cong 1$$

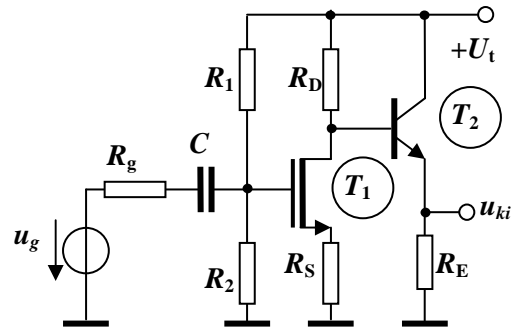
3 feladat Az áramkör adatai:

$$U_t = 12 \text{ V}, \quad R_1 = 200 \text{ k}\Omega, \quad C = 100 \text{ nF}$$

$$R_D = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_S = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

T_1 : n csatornás növekményes MOS FET
paraméterei: $U_P = 2 \text{ V}, \quad I_{D00} = 1 \text{ mA},$

T_2 : n-p-n tranzisztor, $\beta=B=99, \quad U_{BE0}=0,6 \text{ V},$



- a.) Határozzameg u_{ki}/u_g feszültség erősítés 3 dB-es alsó határfrekvenciáját, ha $R_2 = 400 \text{ k}\Omega$! ($\omega_a = ?$)
 b.) Mekkora legyen R_2 ahhoz, hogy T1 munkaponti árama $I_{D0} = 1 \text{ mA}$ legyen? ($R_2 = ?$)
 c.) Mekkora legyen R_E ahhoz, hogy mindkét tranzisztor munkaponti árama 1 mA legyen? ($R_E = ?$)
 d.) Mekkora az erősítő kimenő ellenállása ha mindkét tranzisztor munkaponti árama 1 mA? ($R_{ki} = ?$)

Megoldás:

a.) A csatoló kondenzátor hatása:

$$\omega_a = \frac{1}{C(R_g + R_{be})} = \frac{1}{C(R_g + R_1 \times R_2)} = \frac{1}{10^{-7} (10 + 800/6) 10^3} = 69,77 \text{ rad/sec}$$

b.) T1 tranzisztor karakterisztikája: $i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \rightarrow 1 = 1 \left(\frac{U_{GS0} - 2}{2} \right)^2 \rightarrow U_{GS0} = 4 \text{ V}$

a gate potenciálja: $\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = R_S I_{D0} + U_{GS0} \rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2} \rightarrow R_2 = 200 \text{ k}\Omega$

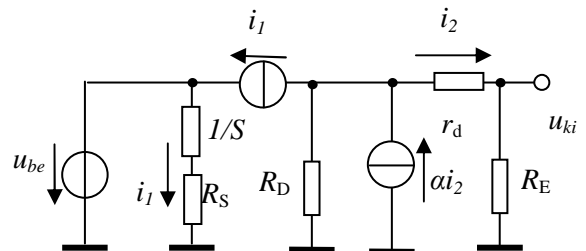
c.) $U_t = R_D (I_{D0} + (1 - A) I_{E0}) + U_{BE0} + R_E I_{E0} \rightarrow$

$$R_E = \frac{U_t - R_D (I_{D0} + (1 - A) I_{E0}) - U_{BE0}}{I_{E0}} = \frac{12 - 2(1 + 0,01 \cdot 1) - 0,6}{1} = 9,38 \text{ k}\Omega$$

d.) Váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítőkép:

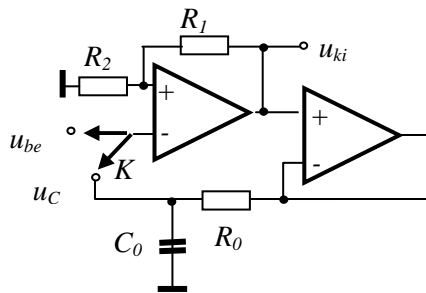
$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = 26 \Omega$$

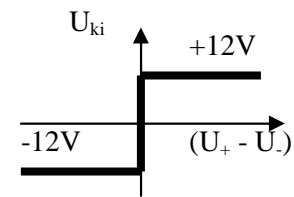


$$u_{be} = 0, \quad R_{ki} = R_E \times (r_d + (1 - \alpha) R_D) = 9380 \times 46 = 45,8 \Omega$$

4. feladat



Az ideális műveleti erősítők nagyjelű, telítéses karakterisztikája:



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

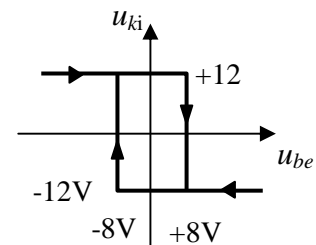
- Rajzolja fel az $u_{ki} - u_{be}$ karakterisztikát ha a K kapcsoló u_{be} állásban van!
- Határozza meg az a.) pontbeli karakterisztika hiszterézisét!
- Rajzolja le $u_{ki}(t)$ és $u_C(t)$ feszültségek lépték helyes idő függvényét, ha K kapcsoló u_C állásban van!
- A K kapcsoló u_C állásában mekkora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

Megoldás:

- a.) Fázisfordító pozitív visszacsatolású komparátor:

Kimeneti feszültség szintek: $\pm U_M = \pm 12V$

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

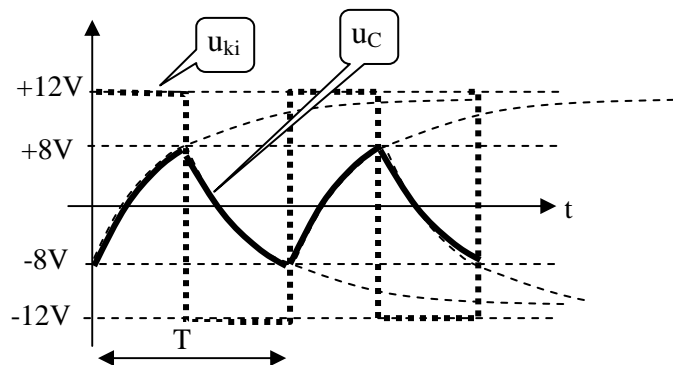


- b.) Hiszterézis, a billenési szintek különbsége:

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

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

a C_0 kondenzátor a $-8V$ ($+8V$) billenési szintről a $+12 \text{ V}$ ($-12V$) 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 $-12V$ -ra billen.



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

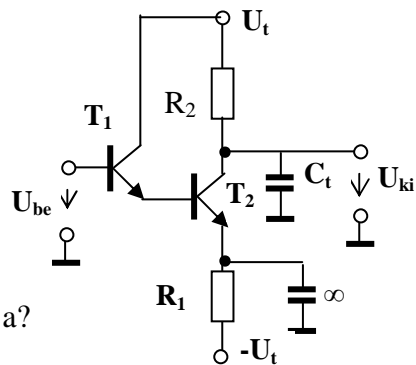
$$t \in [0 : T/2]: \quad u_C(t) = -8 + (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})(12 - (-8)) = 12 - 20e^{-\frac{t}{\tau}} \Big|_{t = \frac{T}{2}} = 8$$

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

5. feladat

Tranzisztorok adatai: $U_{BE0} = 600 \text{ mV}$, $U_m = 0.5 \text{ V}$, $B = \beta = 100$
 $U_t = 10 \text{ V}$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $C_t = 10 \text{ pF}$.

- Mekkora legyen a T_2 tranzisztor munkaponti emitter árama ahhoz, hogy a kimeneti feszültség munkaponti értéke nulla legyen?
- Mekkora legyen az R_1 ellenállás értéke ahhoz, hogy a kimeneti feszültség munkaponti értéke nulla legyen?
- Mekkora az U_{ki}/U_{be} feszültség erősítés 3 dB-es felső határfrekvenciája?
- Mekkora az U_{ki}/U_{be} feszültség erősítés középfrekvenciás értéke, ha $I_{E20} = 2 \text{ mA}$ és $R_1 = 4,4 \text{ k}\Omega$?



MEGOLDÁS:

a) $U_{ki0} = U_t - R_2 I_{C20} \rightarrow I_{C20} = \frac{U_t}{R_2} = 1 \text{ mA}$ $I_{E20} = \frac{1}{A} I_{C20} = \frac{B+1}{B} I_{C0} = 1,01 \text{ mA}$

b) $U_t = U_{BE0} + U_{BE0} + R_1 I_{E20} \rightarrow R_1 = \frac{U_t - 2U_{BE0}}{I_{E02}} = 8,71 \text{ k}\Omega$

c) Párhuzamos terhelő kapacitás hatása:

$$\omega_f = \frac{1}{C_t (R_{ki} \times R_t)} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-12} (10 \cdot 10^3 \times \infty)} = 10^7 = 10 \text{ Mrad / sec}$$

d) Kisjelű, középfrekvenciás helyettesítőkép paraméterei:

$$r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E20}} = 13 \Omega \quad r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E10}} = \frac{U_T}{\frac{1}{1+\beta} I_{E20}} = 1.313 \text{ k}\Omega$$

Két fokozatú (FC és FE) eredő erősítés:

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{(1+\beta_2)r_{d2}}{r_{d1} + (1+\beta_2)r_{d2}} \left(-\alpha_2 \frac{R_2}{r_{d2}} \right) = \frac{1}{2} \left(-\frac{100 \cdot 10000}{101 \cdot 13} \right) = -380,8$$