

Elektronika 1.	vizsga	2016. 01. 08.	1.	2.	3.	4.	5	$\Sigma$
Név:		Neptun:						

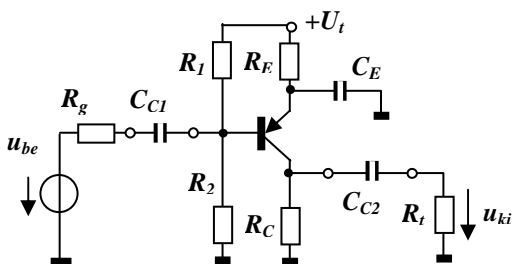
### 1. feladat

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:

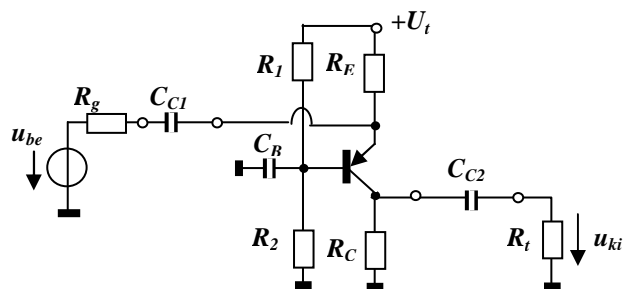
- pnp földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással,
- pnp földelt bázisú erősítő,
- pnp tranzisztorokból álló kaszkód erősítő,
- komplementer (pnp FE és npn FB tranzisztorból álló) kaszkód erősítő

### Megoldás:

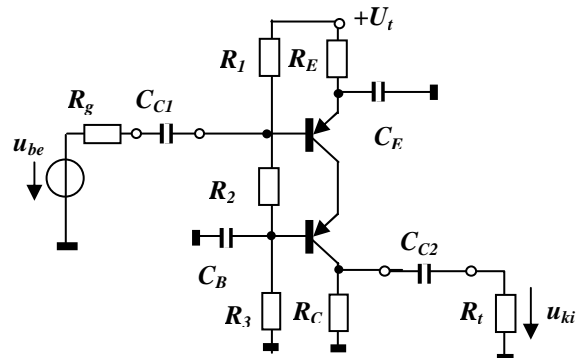
Egyfokozatú, pnp földelt emitteres erősítő:



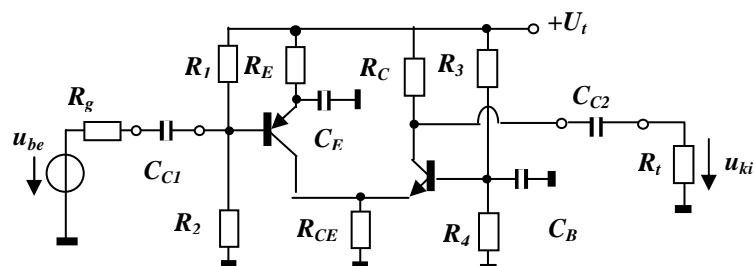
Egyfokozatú, pnp földelt bázisú erősítő:



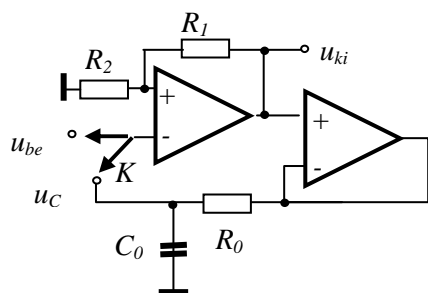
Az pnp tranzisztorokból álló kaszkód erősítő:



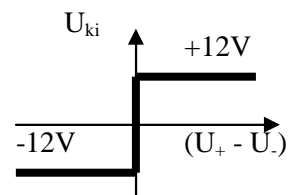
A komplementer (pnp és npn tranzisztorból álló) kaszkód erősítő:



## 2. feladat



Az ideális műveleti erősítők nagyjelű, telítéses karakterisztikája:



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

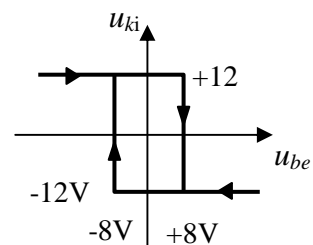
- Rajzolja fel az  $u_{ki} - u_{be}$  karakterisztikát ha a K kapcsoló  $u_{be}$  állásban van!
- Határozza meg az a.) pontbeli karakterisztika hiszterézisét!
- Rajzolja le  $u_{ki}(t)$  és  $u_C(t)$  feszültségek lépték helyes idő függvényét, ha K kapcsoló  $u_C$  állásban van!
- A K kapcsoló  $u_C$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

### Megoldás:

- Fázisfordító pozitív visszacsatolású komparátor:

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

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

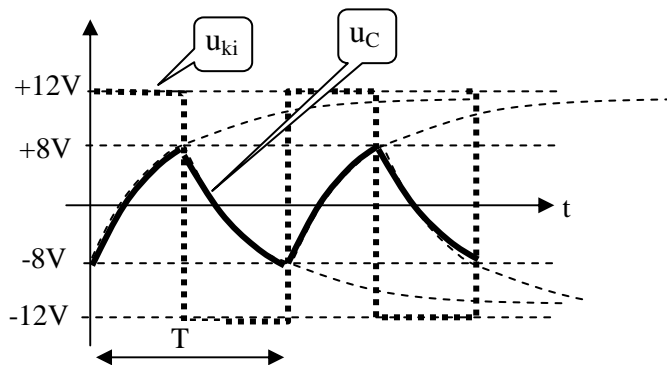


- Hiszterézis, a billenési szintek különbsége:

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

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

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



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

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

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

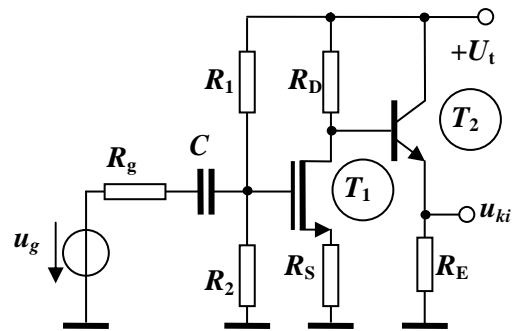
3 feladat Az áramkör adatai:

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

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

$T_1$ : 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  $T_1$  munkaponti árama  $I_{D0} = 1 \text{ mA}$  legyen? ( $R_2 = ?$ )  
 c.) Mekkora legyen  $R_E$  ahhoz, hogy mindkét tranzisztor munkaponti árama  $1 \text{ mA}$  legyen? ( $R_E = ?$ )  
 d.) Mekkora az erősítő kimenő ellenállása ha mindkét tranzisztor munkaponti árama  $1 \text{ mA}$ ? ( $R_{ki} = ?$ )

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.)  $T_1$  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:  $\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = R_S I_{D0} + U_{GS0} \rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2} \rightarrow R_2 = 200 \text{ k}\Omega$

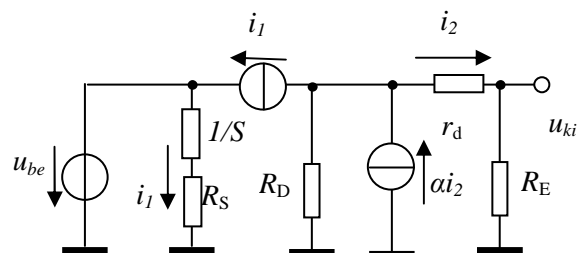
c.)  $U_t = R_D (I_{D0} + (1 - A) I_{E0}) + U_{BE0} + R_E I_{E0} \rightarrow$

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

d.) Váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítőkép:

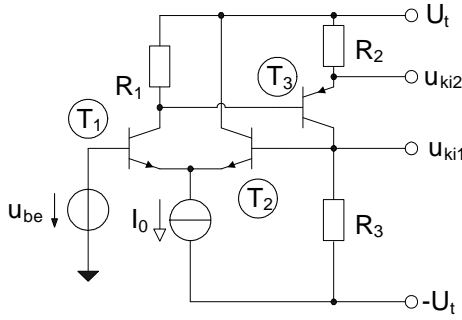
$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = 1 \text{ mS}$$

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



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

**4. feladat** Határozza meg az alábbi kapcsolás jellemzőit!



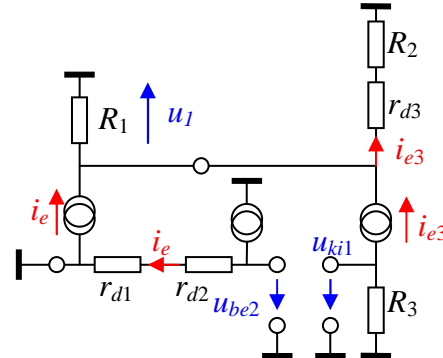
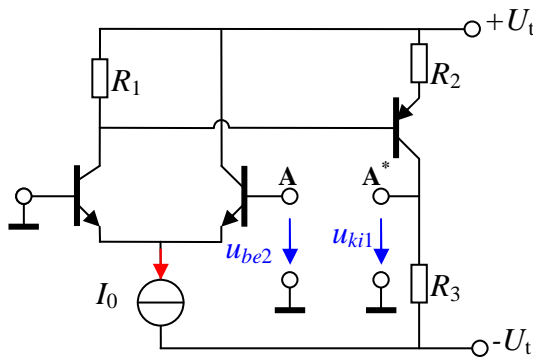
$U_t = 15\text{ V}$ ,  $R_1 = 5,6\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 15\text{ k}\Omega$ ,  $I_0 = 2\text{ mA}$ ,  $T_1 \equiv T_2$ : n-p-n tranzisztorok,  $\beta = B \rightarrow \infty$ ,  $I_{E01} = I_{E02} = 1\text{ mA}$ ,  $T_3$ : p-n-p tranzisztor,  $\beta_3 = B_3 \rightarrow \infty$ ,  $I_{E03} = 1\text{ mA}$

- a.) A visszacsatolás típusa  $U_{ki1}$  kimenet esetén?  
 b.) A visszacsatolás típusa  $U_{ki2}$  kimenet esetén?  
 c.) Mekkora a hurok átvitel ( $\beta A$ )=?  
 d.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$

**Megoldás:**

- a.) A visszacsatolás típusa  $U_{ki1}$  kimenet esetén: *soros, negatív, feszültség-visszacsatolás.*  
 b.) A visszacsatolás típusa  $U_{ki2}$  kimenet esetén: *soros, negatív, áram-visszacsatolás.*  
 c.)  $(\beta A) = ?$

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

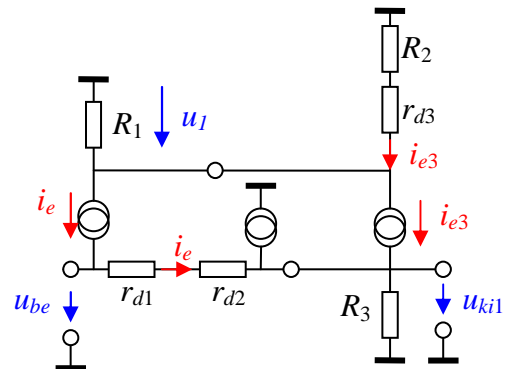
d.)  $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$

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

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

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

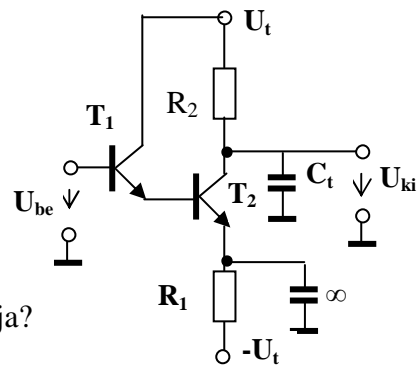
$$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = \frac{A}{1 + A} \cong 1$$



## 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 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:

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

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

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:

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