

Elektronika 1.	2. vizsga	2018. 01. 5.	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	iMsc
Név:		Neptun:							

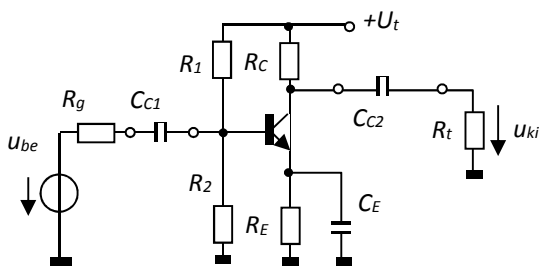
### 1. Feladat

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:

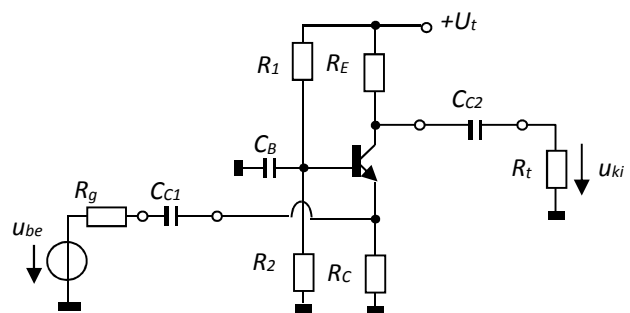
- npn földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- npn földelt bázisú erősítő
- pnp földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- pnp földelt bázisú erősítő

### Megoldás:

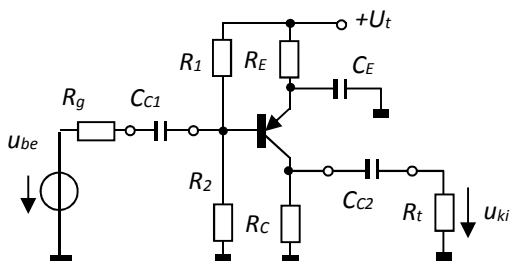
npn földelt emitteres erősítő:



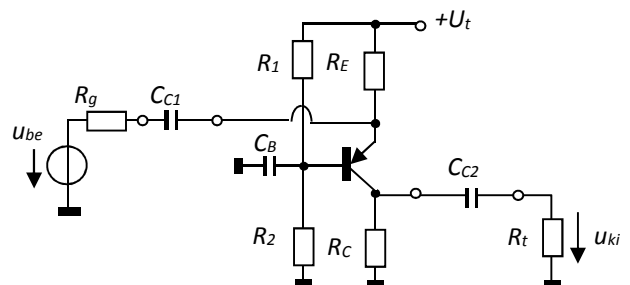
npn földelt bázisú erősítő:



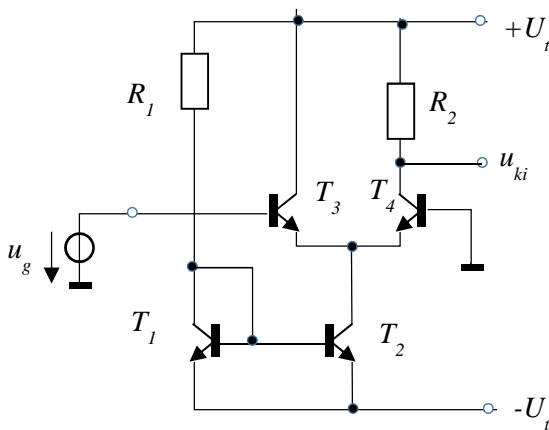
pnp földelt emitteres erősítő:



pnp földelt bázisú erősítő:



## 2. Feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = ?, R_2 = 3 \text{ k}\Omega$$

A tranzisztorok adatai:  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, A = \alpha = 1$   
továbbá:  $T_1 \equiv T_2$ ,

$$T_3 \equiv T_4 \text{ és } I_{E03} = I_{E04} = 1 \text{ mA}.$$

a.) Munkaponti áram:  $I_{E01} = ?$

b.)  $R_1 = ?$

c.) Munkaponti disszipációk:  $P_{tr10} = ? P_{tr20} = ?$

d.) Munkaponti disszipációk:  $P_{tr30} = ? P_{tr40} = ?$

Megoldás:

a.)  $I_{E02} = I_{C02} = I_{E03} + I_{E04} = 2 \text{ mA}$ , áramtükröz:  $I_{E01} = I_{E02} = 2 \text{ mA}$

b.)  $U_{CE01} = U_{BE01} = 2U_t - I_{C01} R_1$   $R_1 = \frac{2U_t - U_{BE0}}{AI_{E01}} = \frac{23,4}{2} = 11,7 \text{ k}\Omega$

Munkaponti disszipációk:

c.)

$$P_{tr10} = U_{CE01} I_{E01} = U_{BE01} I_{E01} = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ mW}$$

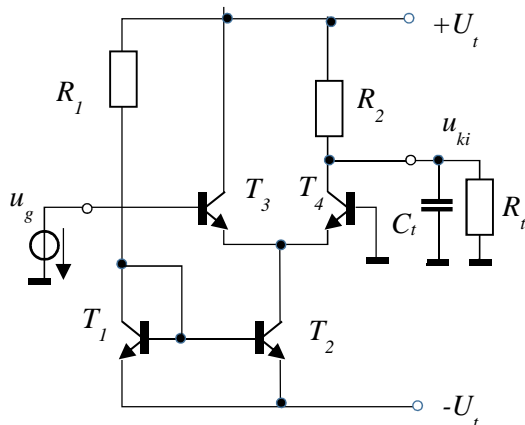
$$P_{tr20} = U_{CE02} I_{E02} = (U_t - U_{BE03}) I_{E02} = (12 - 0,6) \cdot 2 = 22,8 \text{ mW}$$

d.)

$$P_{tr30} = U_{CE03} I_{E03} = (U_t + U_{BE03}) I_{E03} = (12 + 0,6) \cdot 1 = 12,6 \text{ mW}$$

$$P_{tr40} = U_{CE04} I_{E04} = (U_t + U_{BE03} - R_2 I_{E04}) I_{E04} = (12 + 0,6 - 3) \cdot 1 = 9,6 \text{ mW}$$

### 3. Feladat



$$U_t = 12 \text{ V}, R_1 = ?, R_2 = 3 \text{ k}\Omega,$$

$$R_t = 3 \text{ k}\Omega, C_t = 4 \text{ pF},$$

A tranzisztorok adatai:  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, A = \alpha = 1$

továbbá:  $T_1 \equiv T_2,$

$$T_3 \equiv T_4 \text{ és } I_{E03} = I_{E04} = 1 \text{ mA}.$$

a.) Rajzolja le az erősítő váltóáramú, kisjelű, lineáris helyettesítő képét, adja meg, annak elemértékeit!

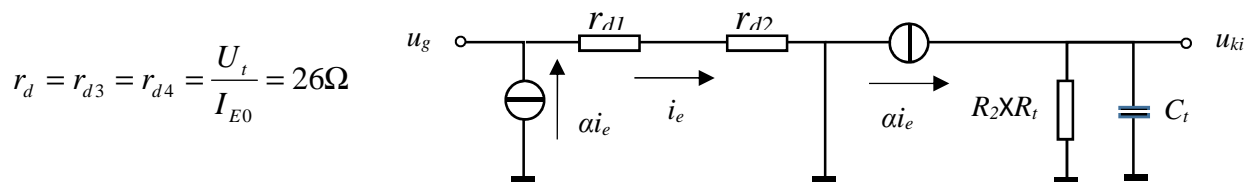
b.) Határozza meg  $u_{ki} / u_g$  feszültségerősítés értékét  $C_t = 0$  feltételezés mellett!

c.) Határozza meg  $u_{ki} / u_g$  feszültségerősítés felső határfrekvenciáját  $C_t = 4 \text{ pF}$  terhelő kapacitás esetén!

d.) Határozza meg  $u_{ki} / u_g(s)$  transzfer függvény Bode normált alakját, rajzolja le a feszültség erősítés abszolút értékének töréspontos Bode diagramját a jellegzetes adatok feltüntetésével! ( $C_t = 4 \text{ pF}$ )

#### Megoldás:

a.) A vezéreltlen áramtükröz (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) egyenáramú áramforrás, a váltóáramú helyettesítő képben szakadás.



$$r_d = r_{d3} = r_{d4} = \frac{U_t}{I_{E0}} = 26 \Omega$$

$$\text{b.) } \left. \frac{u_{ki}}{u_g} \right|_{C_t = 0} = A_0 = \alpha \frac{R_2 \times R_t}{r_{d1} + r_{d2}} = \frac{1500}{52} = 28,85$$

c.) Párhuzamos terhelő kapacitás okozta töréspont:

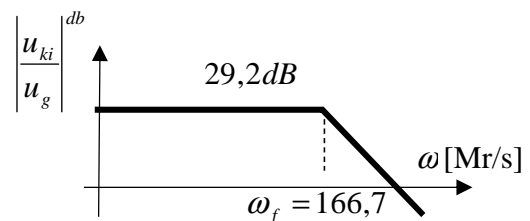
$$\omega_f = \frac{1}{C_t (R_2 \times R_t)} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^3} = \frac{10^9}{6} = 166,7 \text{ Mrad/sec}$$

d.)

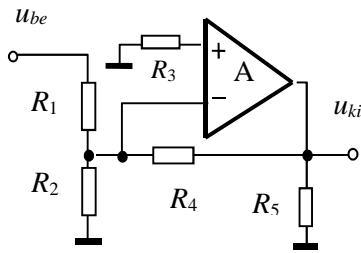
$$R_2 \times R_t = R_{2t},$$

$$\frac{u_{ki}(s)}{u_g} = \alpha \frac{R_{2t} \times \frac{1}{sC_t}}{r_{d1} + r_{d2}} = \alpha \frac{R_{2t}}{r_{d1} + r_{d2}} \frac{1}{1 + sC_t R_{2t}}$$

$$\frac{u_{ki}(s)}{u_g} = A_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_f}}$$



#### 4.) Feladat



$R_1 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 1,6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  
A műveleti erősítő nem specifikált paramétereit alapértelmezés szerinti extrém értékek.

a.) Határozza meg az  $u_{ki}/u_{be}$  feszültség erősítést, ha a műveleti erősítő ideális,  $A = \infty$ !

b.) Mekkora a kimeneti hibafeszültség, ha  $A = \infty$  és a műveleti erősítő bemeneti offset feszültség  $U_{offbe}=10\text{mV}$ !

c.) Határozza meg az áramkör  $R_{ki}$  és  $R_{be}$  ki- és bemenő ellenállását, ha a műveleti erősítő ideális, azaz  $A = \infty$ !

d.) Mekkora az  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$  feszültségerősítés felső (3 dB-es) határfrekvenciája, ha  $A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}$

ahol  $A_0=5 \cdot 10^5$ ,  $\omega_0=5 \text{ r/s}$  ?

#### Megoldás:

a.)  $i_{R3}=0 \rightarrow u^+ = u^- = 0 \rightarrow i_{R2} = 0 \rightarrow i_{R1} = i_{R4} \rightarrow \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_4}{R_1} = -2$

b.)  $u^+ = u^- = U_{offbe} \rightarrow u_{kihiba} = U_{offbe} \left(1 + \frac{R_4}{R_1 \times R_2}\right) = 10 \left(1 + \frac{8}{2}\right) = 50\text{mV}$

c.)  $R_{ki} = 0$ , mert az ideális műveleti erősítő kimenő impedanciája nulla.

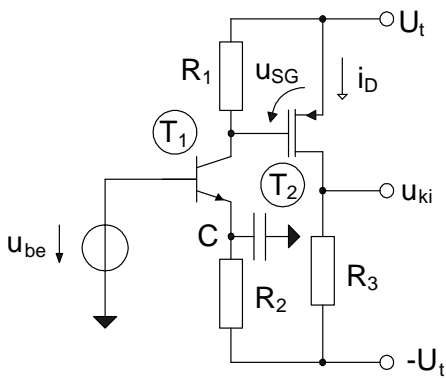
$$u^- = 0 = u_{R2} \rightarrow R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{R_1 i_{be}}{i_{be}} = R_1 = 4\text{k}\Omega$$

d.) Visszacsatolt erősítés a műveleti erősítő egy pólusa esetén:

$$\left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_0)}} = \left. \frac{u_{ki}}{u_{be}} \right|_{A = \infty} \frac{\beta A_0}{1 + \beta A_0} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + A_0 \beta)\omega_0}}$$

ahol  $\beta = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 + R_4} = \frac{4 \times 4}{4 \times 4 + 8} = 0,2 \rightarrow \omega_h = (1 + A_0 \beta)\omega_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ r/s} = 0,5\text{Mr/s}$

### 5.) Feladat



$U_t = 15 \text{ V}$ ,  $T_1$ : n-p-n tranzisztor,  $\beta = B \rightarrow \infty$ ,  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  
 $T_2$ : p csatornás növekményes MOS FET,  $U_p = 8 \text{ V}$ ,  $I_{D00} = 4 \text{ mA}$   
 $R_2 = 7,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$ ,

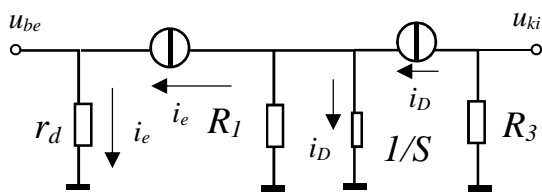
- $I_{E0} = ?$ ,  $I_{D0} = ?$ ,
- Rajzolja le az erősítő váltóáramú, kiszelű, lineáris helyettesítő képét, adja meg, annak elemértékeit! ( $C \rightarrow \infty$ ,  $r_d = ?$ ,  $S = ?$ )
- $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ , ha  $r_d = 13 \Omega$ ,  $S = 0,5 \text{ mS}$ ,  $C \rightarrow \infty$ ,
- $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ , ha  $r_d = 13 \Omega$ ,  $S = 0,5 \text{ mS}$ ,  $C = 0$ ,

Megoldás:

$$\text{a.) } I_{E0} = ?, I_{D0} = ? \quad u_{be} = 0 \quad U_t = U_{BE0} + I_{E0} R_2 \quad I_{E0} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_2} = \frac{14,4}{7,2} = 2 \text{ mA}$$

$$U_{SG0} = I_{C0} R_1 = I_{E0} R_1 = 2 * 6 = 12 \text{ V} \quad I_{D0} = I_{DSS} \left( \frac{U_{SG0} - U_p}{U_p} \right)^2 = \frac{4}{4} = 1 \text{ mA}$$

b.)



$$S = 2 \frac{I_{D0}}{U_{SG0} - U_p} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ mS}$$

$$r_d = \frac{U_t}{I_{E0}} = 13 \Omega$$

$$\text{c.) } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?, \text{ ha } r_d = 13 \Omega, S = 0,5 \text{ mS}, C \rightarrow \infty,$$

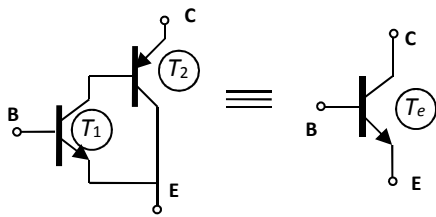
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( -\frac{R_1}{r_d} \right) \left( -\frac{R_3}{1/S} \right) = \frac{R_1}{r_d} S R_3 = \frac{6000}{13} 4 * 0,5 = \frac{12000}{13} \cong 923$$

$$\text{d.) } \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?, \text{ ha } r_d = 13 \Omega, S = 0,5 \text{ mS}, C = 0,$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( -\frac{R_1}{r_d + R_2} \right) \left( -\frac{R_3}{1/S} \right) = \frac{R_1}{r_d} S R_3 = \frac{6000}{7213} 4 * 0,5 = \frac{12000}{7213} \cong 1,663$$

## IMsc . Feladat

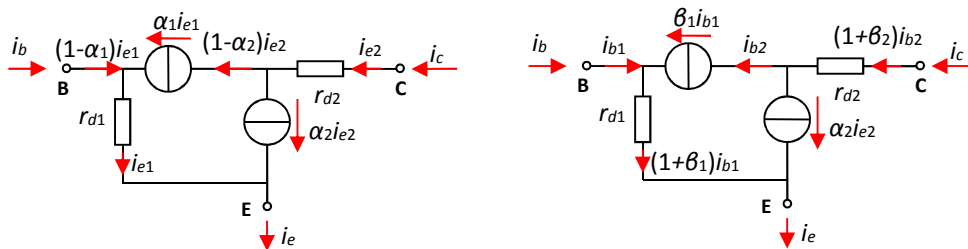
Az u.n. Sziklai-féle komplementer kapcsolás két tranzisztorát helyettesítsük egyetlen tranzisztorral!  
Határozzuk meg az ekvivalens tranzisztor paramétereit!



### Feladatok:

- Adja meg az  $\alpha_e$  áramerősítési tényezőt, ha ismert  $\alpha_1$  és  $\alpha_2$  !
- Adja meg a  $\beta_e$  áramerősítési tényezőt, ha ismert  $\beta_1$  és  $\beta_2$  !
- Határozza meg a kisjelű  $T$  helyettesítő kép dinamikus ellenállását  $r_{de}$ -t!
- Adja meg a nyitóirányú bázis-emitter feszültség közelítő értékét, ha  $U_{BE01} = U_{EB02} = 0.6 \text{ V}$  !

### Megoldás:



- a.) Adja meg az  $\alpha_e$  áramerősítési tényezőt, ha ismert  $\alpha_1$  és  $\alpha_2$  !

$$\alpha_e = \frac{i_c}{i_e} = \frac{i_{e2}}{i_{e1} + \alpha_2 i_{e2}} = \frac{i_{e2}}{(1 - \alpha_2) i_{e2} + \alpha_2 i_{e2}} = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_2 + \alpha_1 \alpha_2}$$

Itt felhasználtuk az  $\alpha_1 i_{e1} = i_{b2} = (1 - \alpha_2) i_{e2}$  összefüggést.

- b.) Adja meg a  $\beta_e$  áramerősítési tényezőt, ha ismert  $\beta_1$  és  $\beta_2$  !

$$\beta_e = \frac{i_c}{i_b} = \frac{i_{e2}}{i_{b1}} = \frac{\beta_1 (1 + \beta_2) i_{b1}}{i_{b1}} = \beta_1 (1 + \beta_2)$$

Itt felhasználtuk az  $i_{e2} = (1 + \beta_2) i_{b2} = (1 + \beta_2) \beta_1 i_{b1}$  összefüggést.

- c.) Határozza meg a kisjelű  $T$  helyettesítő kép dinamikus ellenállását  $r_{de}$ -t!

A bázis-emitter között mérhető bemenő ellenállásból kiindulva:

$$R_{be} = (1 + \beta_1) r_{d1} = (1 + \beta_e) r_{de} \rightarrow r_{de} = \frac{1 + \beta_1}{1 + \beta_e} r_{d1} = \frac{1 + \beta_1}{1 + \beta_1 + \beta_1 \beta_2} r_{d1}$$

$$r_{de} = \frac{1 + \beta_1}{1 + \beta_1 + \beta_1 \beta_2} r_{d1} \cong \frac{r_{d1}}{\beta_2} \quad \text{ha} \quad \beta_1 \gg 1 \text{ és } \beta_2 \gg 1$$

- d.) Adja meg a nyitóirányú bázis-emitter feszültség közelítő értékét, ha  $U_{BE01} = U_{EB02} = 0.6 \text{ V}$  !

$$U_{BE0e} = U_{BE01} = 0.6 \text{ V}$$