

Elektronika 1.	vizsga	2015. 06. 03.	1.	2.	3.	4.	5	$\Sigma$
Név:		Neptun:						

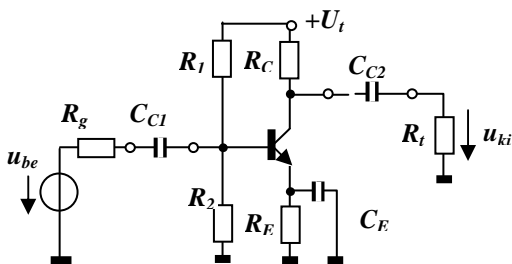
### 1. feladat

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 munkapont beállítású, alábbi erősítőket:

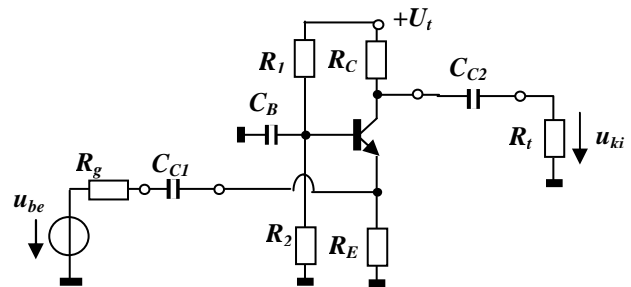
- npn földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással,
- npn földelt bázisú erősítő,
- npn tranzisztorokból álló kaszkód erősítő,
- komplementer (nnp és pnp tranzisztorból álló) kaszkód erősítő

### Megoldás:

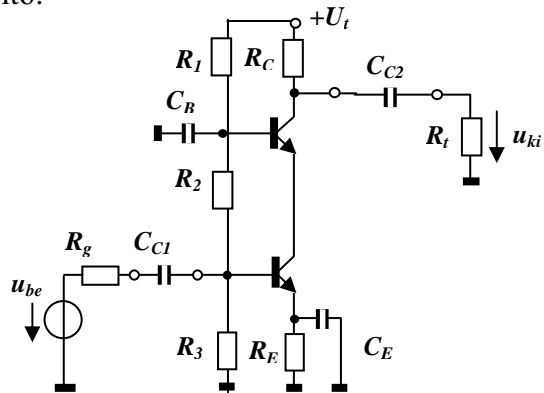
Egyfokozatú, npn földelt emitteres erősítő:



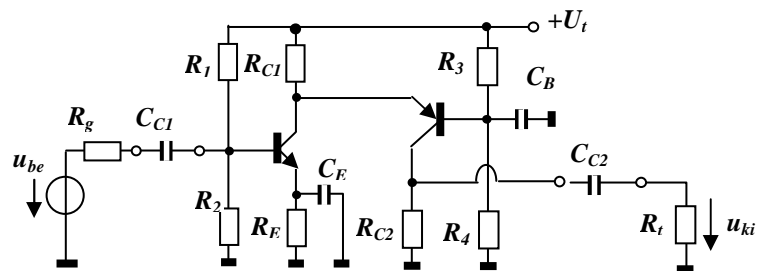
Egyfokozatú, npn földelt bázisú erősítő:



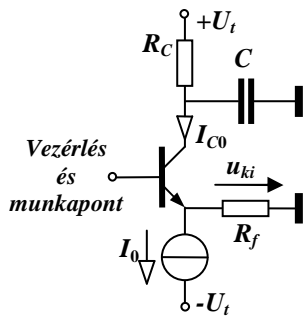
Az npn tranzisztorokból álló kaszkód erősítő:



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



## 2. feladat



Az áramkör adatai:

$$U_t = 15 \text{ V}, R_C = 500 \Omega, R_f = 1 \text{ k}\Omega, U_m = 0.5 \text{ V}, \alpha = A = 1, I_0 = 10 \text{ mA}, I_{C0} = I_0$$

Kérdések:

a.) Adja meg a tranzisztor kollektor-emitter kapuját lezáró lineáris hálózat egyenáramú és váltóáramú lezárásának Thevenin helyettesítő képének paramétereit, ha  $C \rightarrow \infty$ !

$$R_{\text{egyen}} = 1,5 \text{ k}\Omega \quad U_{\text{egyen}} = 25 \text{ V} \quad R_{\text{váltó}} = 1 \text{ k}\Omega$$

b.) Adja meg a tranzisztor nyitó- és záróirányú kivezérelhetőségét  $C \rightarrow \infty$  esetén!

$$U_{CE}^+ = 9,5 \text{ V} \quad U_{CE}^- = 10 \text{ V}$$

c.) Szinuszos kimenet esetén mekkora a maximális kimeneti amplitúdó, ha  $C \rightarrow \infty$  ?

$$U_{\text{kimax}} = 9,5 \text{ V}$$

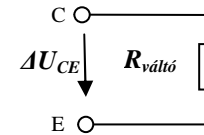
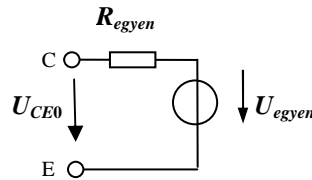
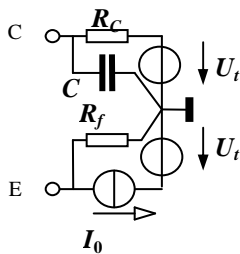
d.) Szinuszos kimenet esetén mekkora a maximális kimeneti amplitúdó, ha  $C = 0$  ?

$$U_{\text{kimax}} = 6,33 \text{ V}$$

## Megoldás:

Egyenáramú helyettesítő kép:

Váltóáramú helyettesítő kép



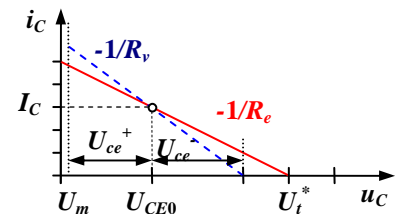
a.)  $R_{\text{egyen}} = R_e = R_C + R_f = 1.5 \text{ k}\Omega$

$$U_{\text{egyen}} = U_e = U_t + I_0 R_f = 15 + 10 * 1 = 25 \text{ V}, \quad R_v = R_f = 1 \text{ k}\Omega$$

b.)  $U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 25 - 15 = 10 \text{ V}$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ V}$$

$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 10 * 1 = 10 \text{ V}$$



c.)  $u_{ki} = u_{ce} \quad U_{\text{kimax}} = \min\{U_{ce}^+, U_{ce}^-\} = 9.5 \text{ V}$

d.) Ha  $C = 0$ ,  $U_e = U_t + I_0 R_f = 15 + 10 * 1 = 25 \text{ V}$ ,  $R_e = R_v = R_C + R_f = 1.5 \text{ k}\Omega$ ,

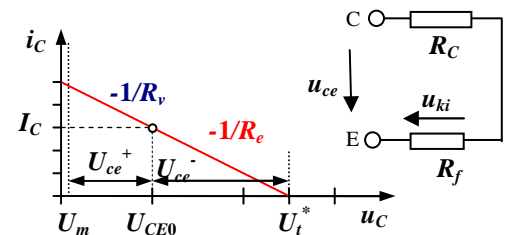
$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 25 - 15 = 10 \text{ V}$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ V}$$

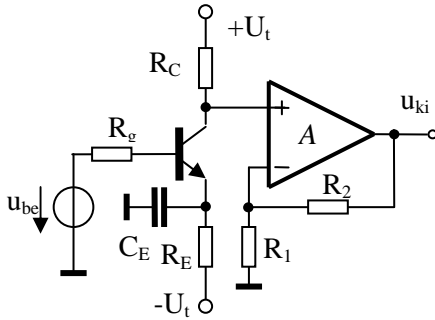
$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 10 * 1.5 = 15 \text{ V}$$

Kimeneti leosztás:  $u_{ki} = u_{ce} \frac{R_f}{R_f + R_C}$

$$U_{\text{kimax}} = \frac{R_f}{R_f + R_C} \min\{U_{ce}^+, U_{ce}^-\} = \frac{1}{1.5} 9.5 \text{ V} = 6.33 \text{ V}$$



### 3. feladat



Az áramkör adatai:

$R_1 = R_2 = 10 \text{ kohm}$ ,  $R_g = 5 \text{ kohm}$ ,  $R_C = 7,5 \text{ kohm}$ ,  $U_t = 10 \text{ V}$ ,  $C_E \rightarrow \infty$

A műveleti erősítő:  $A = \frac{A_0}{1 + s/\omega_0}$ ,  $A_0 = 2 \cdot 10^4$ ,  $\omega_0 = 10 \text{ rad/sec}$

A tranzisztor adatai:  $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  $U_m = 1 \text{ V}$ ,  $\beta = B = \infty$ ,  $I_{E0} = 1 \text{ mA}$

a.) Mekkora legyen  $R_E$  ellenállás ahhoz, hogy a tranzisztor munkaponti árama  $I_{E0} = 1 \text{ mA}$  legyen?  $R_E = 9,4 \text{ k}\Omega$

b.) Mekkora a kimeneti feszültség munkaponti értéke, ha  $A = \infty$ ?  $U_{ki0} = 5 \text{ V}$

c.)  $u_{be} = 0$  esetében mekkora a tranzisztor disszipációs teljesítménye?  $P_{Dtr} = 3,1 \text{ mW}$

d.) Adja meg a feszültség transzfer függvény Bode normált alakját!

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = -\frac{577}{1 + s/10^5}$$

### Megoldás:

a.) Munkapont számításnál:  $u_{be} = 0$ ,  $\Rightarrow R_E = \frac{U_t - U_{BE0}}{I_{E0}} = \frac{10 - 0,6}{1} = \underline{\underline{9,4 \text{ k}\Omega}}$

b.)  $I_{C0} = I_{E0}$ ,  $U_{C0} = U_t - R_C I_{C0} = 10 - 7,5 \cdot 1 = 2,5 \text{ V}$ ,  $U_{ki0} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_{C0} = \underline{\underline{5 \text{ V}}}$

c.)  $U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_C + R_3) = 3,1 \text{ V}$   $P_{D, tr} = \overline{i_C(t)u_{CE}(t)} = I_{C0} U_{CE0} = 1 \cdot 3,1 = \underline{\underline{3,1 \text{ mW}}}$

d.)  $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{U_C}{U_{be}} \frac{U_{ki}}{U_C}$

A tranzisztor erősítése:  $\frac{U_C}{U_{be}} \Big|_{\beta = \infty, C_E = \infty} = -\frac{R_C}{r_d} \Big|_{r_d = \frac{U_t}{I_{E0}} = 26\Omega} = -\frac{7500}{26} = -288,5$

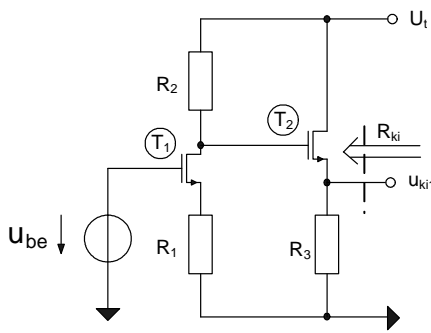
A visszacsatolt neminvertáló műveleti erősítő átvitele:

$$\frac{U_{ki}}{U_C}(s) = \frac{U_{ki}}{U_C} \Big|_{A=\infty} \cdot \frac{A(s)\beta}{1 + A(s)\beta}, \quad A(s)\beta = A(s) \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_{ki}}{U_C}(s) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{A(s) \frac{R_1}{R_1 + R_2}}{1 + A(s) \frac{R_1}{R_1 + R_2}} = 2 \frac{\frac{10^4}{1 + s/10}}{1 + \frac{10^4}{1 + s/10}} = 2 \frac{10^4}{1 + 10^4} \frac{1}{1 + \frac{s}{(1 + 10^4)10}} = \frac{2}{1 + \frac{s}{10^5}}$$

Tehát:  $\frac{U_{ki}}{U_C}(s) = -\frac{577}{1 + \frac{s}{10^5}}$

#### 4. feladat



Az áramkör adatai:  $U_t = 10 \text{ V}$ ,  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 7 \text{ k}\Omega$   
 $T_1 \equiv T_2$  n csatornás kiűrtésű MOS FET-ek,

$$i_D = I_{DSS} \left( \frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2, \quad U_P = -4 \text{ V}, \quad I_{DSS} = 4 \text{ mA}, \quad u_{GS} > U_P,$$

a.) Határozza meg  $T_1$  munkaponti áramát!

$$I_{D01} = 1 \text{ mA}$$

b.) Határozza meg  $T_2$  munkaponti áramát!

$$I_{D02} = 1 \text{ mA}$$

c.) Mennyi a feszültségerősítés ha  $S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$ ?

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -1,458$$

d.) Határozza meg a kimenő ellenállást, ha  $S_1 = S_2 = 1 \text{ mS}$ !

$$R_{ki} = 875 \Omega$$

#### Megoldás:

a.)

$$U_{be} = U_{GS01} + R_1 I_{D01} \Rightarrow 0 = U_{GS01} + R_1 I_{DSS} \left( \frac{U_{GS01} - U_P}{U_P} \right)^2 \Rightarrow$$

$$0 = U_{GS01} + 2 * 4 \left( \frac{U_{GS01} + 4}{4} \right)^2 \Rightarrow 0,5 U_{GS01}^2 + 5 U_{GS01} + 8 = 0 \Rightarrow$$

$$U_{GS01} = \dots = \left\{ \begin{matrix} -2 \\ -8 \end{matrix} \right\} \Rightarrow U_{GS01} = -2 \text{ V} \Rightarrow I_{D01} = 4 \left( \frac{-2 + 4}{-4} \right)^2 = 1 \text{ mA}$$

b.)

$$U_t = R_2 I_{D01} + U_{GS02} + R_3 I_{D02} \Rightarrow 10 = 2 + U_{GS02} + 7 * 4 \left( \frac{U_{GS02} + 4}{4} \right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 7/4 U_{GS02}^2 + 15 U_{GS02} + 23 = 0 \Rightarrow U_{GS02} = \dots = \left\{ \begin{matrix} -2 \\ -6,57 \end{matrix} \right\} \Rightarrow$$

$$U_{GS02} = -2 \text{ V} \Rightarrow I_{D02} = 4 \left( \frac{-2 + 4}{-4} \right)^2 = 1 \text{ mA}$$

c.)

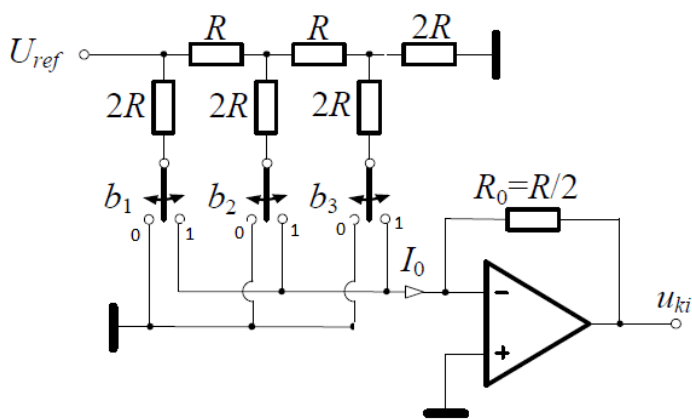
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left( -\frac{R_2}{\frac{1}{S_1} + R_1} \right) \left( \frac{R_3}{\frac{1}{S_2} + R_3} \right) = \dots = -\frac{5}{3} \cdot \frac{7}{8} = -1,458$$

d.)

$$R_{ki} = R_3 * \frac{1}{S_2} = \dots = 0,875 \text{ k}\Omega$$

### 5. feladat

$$R = 10 \text{ k}\Omega, U_{ref} = -10 \text{ V.}$$



a) Mire való az áramkör?

b) Határozza meg a kimenő feszültséget, ha  $b_1 = b_3 = 1$  és  $b_2 = 0$  és a műveletierősítő offsetmentes?  $u_{ki} = 3,125 \text{ V}$

c) Határozza meg a kimenő feszültséget, ha  $b_1 = b_2 = b_3 = 0$  és a műveleti erősítő bemeneti offset feszültsége  $10 \text{ mV}$ ?  $u_{ki} = 10 \text{ mV}$

d) Mely ellenállások disszipációja függ a kapcsolók állásától és mely ellenállásoké nem?

### Megoldás:

a) 3 bites digitál-analóg átalakító. (áramkapcsolós, áramösszegezős R-2R létra )

$$b) u_{ki} = -R_0 I_0, I_0 = b_1 \frac{U_{ref}}{2R} + b_2 \frac{U_{ref}}{4R} + b_3 \frac{U_{ref}}{8R} = 0.5 + 0 + 0.125 = 0.625 \text{ mA} \quad u_{ki} = 3,125 \text{ V}$$

$$c) u_+ = U_{off} = u_- \Big|_{I_0 = 0} = u_{ki} = 10 \text{ mV}$$

d) Csak az  $R_0$  ellenállás árama és így disszipációja függ a kapcsolók állásától, az R-2R létra ellenállásainak áramai és így disszipációja is független a kapcsolók állásától.