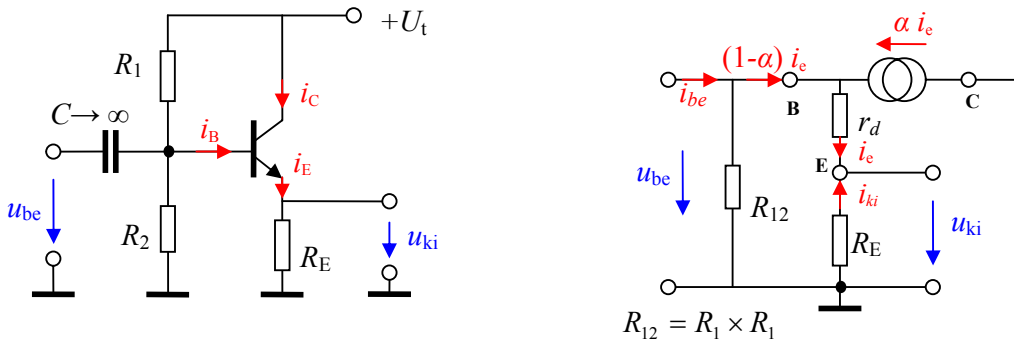


### 1. Feladat:

Ismertesse a földelt kollektoros alapkapsolás kisjelű paramétereit (előjelesen):  $A_u$  feszültség-erősítés,  $A_i$  áramerősítés,  $R_{be}$  bemeneti ellenállás,  $R_{ki}$  kimeneti ellenállás!

### Megoldás:

a.) A földelt kollektoros alapkapsolás és a kisjelű helyettesítő képe:



b.) A fokozat (üresjárási) feszültség erősítése:

$$A_{ü} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_E}{r_d + R_E} < 1$$

c.) A fokozat (üresjárási) áram erősítése: (a kimeneti áramot az  $R_E$ -ellenálláson értelmesszük) Az  $R_{12}$  bázisoszton elfolyó áramot elhanyagolva:

$$A_i = \frac{i_{ki}}{i_{be}} \cong \frac{-i_e}{i_b} = -(1 + \beta)$$

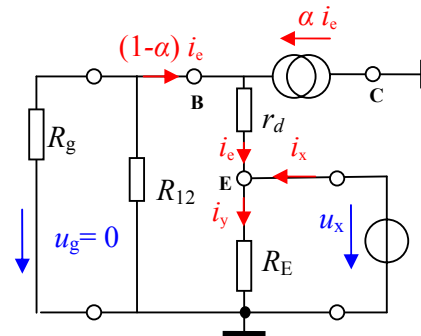
d.) A bemeneti ellenállás:

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = R_{12} \times (1 + \beta)(r_d + R_E)$$

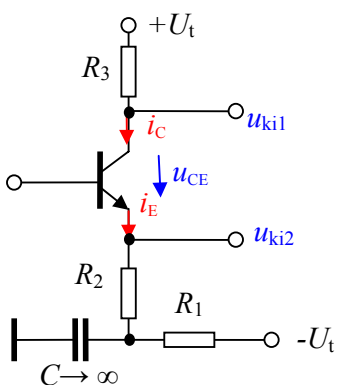
e.) A kimenő ellenállás:

$$R_{ki} = \left. \frac{u_x}{i_x} \right|_{u_g=0} = [r_d + (1 - \alpha)(R_{12} \times R_g)] \times R_E$$

$$\frac{1}{1 - \alpha} = 1 + \beta$$



## 2. Feladat



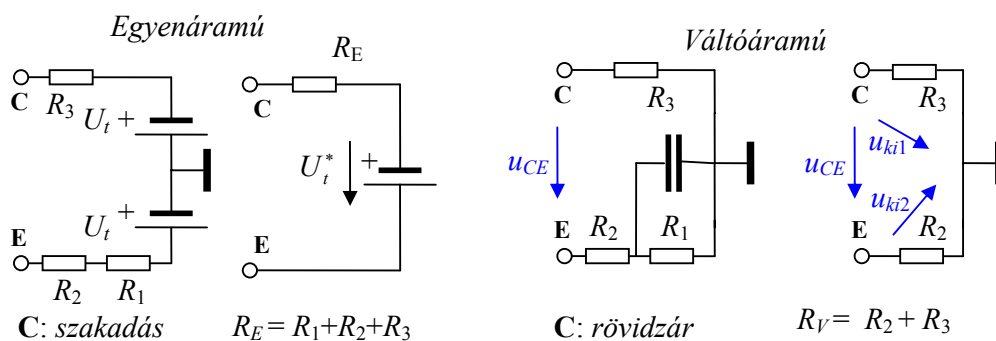
**Határozza meg az alábbi kapcsolás kivezélhetőségét!**

$\dot{U}_t = 15V, U_m = 1V, I_{C0} = 2\text{ mA } A = 1 (i_C = i_E)$

$R_1 = 2.2\text{ k}\Omega, R_2 = 5\text{ k}\Omega, R_3 = 5\text{ k}\Omega$

- a.)  $U_{ki1}^- = ?$  (záró irányú változás, csökkenő áram)
- b.)  $U_{ki1}^+ = ?$  (nyitó irányú változás, növekvő áram)
- c.)  $U_{ki2}^- = ?$  (záró irányú változás, csökkenő áram)
- d.)  $U_{ki2}^+ = ?$  (nyitó irányú változás, növekvő áram)

**Megoldás:** A kollektor-emitter kapcsolásra nézve a tranzisztorokon kívüli hálózat **egyenáramú** Thevenin helyettesítő képe és a **váltóáramú** helyettesítő képe:



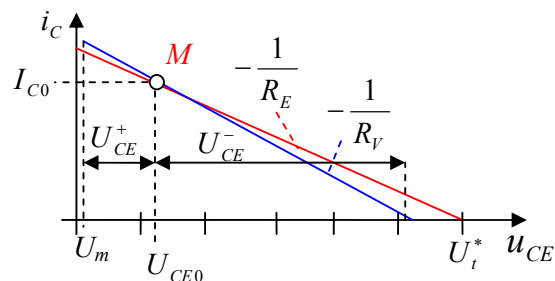
A redukált telep:  $U_t^* = 2U_t = 30\text{ V}$

Az egyenáramú ellenállás:

$R_E = R_1 + R_2 + R_3 = 12.2\text{ k}\Omega$

A váltóáramú ellenállás:

$R_V = R_2 + R_3 = 10\text{ k}\Omega$



A munkaponti kollektor-emitter feszültség:  $U_{CE0} = U_t^* - I_{C0}R_E = 30 - 2 * 12.2 = 5.6\text{ V}$

$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 5.6 - 1 = 4.6\text{ V}$

$U_{CE}^- = I_{C0}R_V = 2 * 10 = 20\text{ V}$

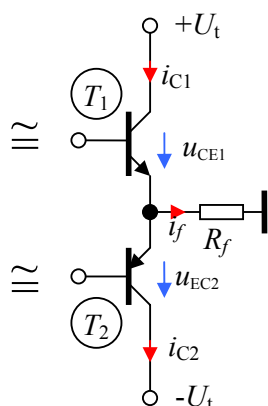
a.)  $U_{ki1}^- = U_{CE}^- \frac{R_3}{R_3 + R_2} = 20 \frac{1}{2} = 10\text{ V}$

b.)  $U_{ki1}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_3}{R_3 + R_2} = 4.6 \frac{1}{2} = 2.3\text{ V}$

c.)  $U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_3 + R_2} = 20 \frac{1}{2} = 10\text{ V}$

d.)  $U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_3 + R_2} = 4.6 \frac{1}{2} = 2.3\text{ V}$

### 3. Feladat



**Határozza meg az alábbi teljesítményfokozat paramétereit!**  
**A beállítás: „B” osztályú, a kimeneti jel szinuszos!**

$$U_t = 15 \text{ V}, \quad U_m = 1 \text{ V}, \quad A = 1, \quad R_f = 14 \, \Omega$$

$$i_C = i_E$$

- a.)  $P_{fmax} = ?$
- b.)  $P_{Tmax} = ?$
- c.)  $P_{Dmax} = ?$
- d.)  $\eta_{Tmax} = ?$

a.)  $P_{fmax} = ?$

A maximális áram amplitúdó: 
$$I_{C \max} = I_{f \max} = \frac{U_t - U_m}{R_f} = \frac{15 - 1}{14} = 1 \text{ A}$$

A fogyasztón a maximális teljesítmény: 
$$P_{f \max} = \frac{1}{2} I_{f \max}^2 R_f = 0.5 * 1 * 14 = 7 \text{ W}$$

b.)  $P_{Tmax} = ?$

A telepekből akkor vesszük fel a **maximális teljesítményt**, amikor az áram amplitúdója maximális:

$$P_{T \max} = \frac{2}{\pi} U_t I_{C \max} = \frac{2}{\pi} 15 * 1 = 9.55 \text{ W}$$

c.)  $P_{Dmax} = ?$

Az eldisszipált teljesítmény az áram amplitúdó függvényében:

$$P_{D2tr} = P_T(I_c) - P_f(I_c) = \frac{2}{\pi} U_t I_c - \frac{1}{2} I_c^2 R_f = -\frac{R_f}{2} I_c \left[ I_c - \frac{4U_t}{\pi R_f} \right]$$

Ennek szélső értéke van az: 
$$I_c = I_{cM} = \frac{2}{\pi} \frac{U_t}{R_f} = \frac{2}{\pi} \frac{15}{14} = 0.682 \text{ A} \quad \text{értéknél.}$$

A maximális eldisszipált teljesítmény egy tranzisztorra:

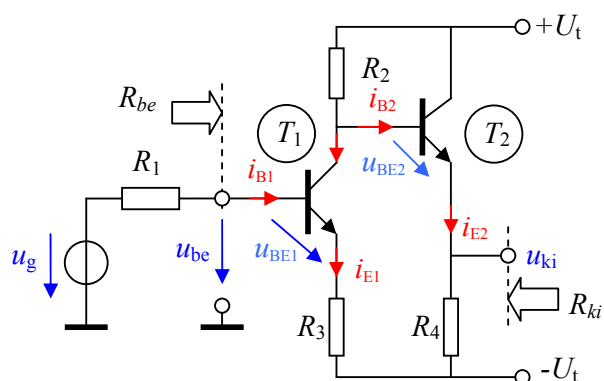
$$P_{D1tr} = \frac{R_f}{4} I_{cM} \left[ \frac{4U_t}{\pi R_f} - I_{cM} \right] = \frac{R_f}{4} \frac{2}{\pi} \frac{U_t}{R_f} \left( \frac{2}{\pi} \frac{U_t}{R_f} \right) = \frac{1}{\pi^2} \frac{U_t^2}{R_f} = \frac{15^2}{14 * \pi^2} = 1.6 \text{ W}$$

d.)  $\eta_{Tmax} = ?$

A (telep) hatásfok a maximális kivezérlés mellett lesz maximális:

$$\eta_{T \max} = \frac{P_{fMax}}{P_{TMax}} = \frac{7}{9.55} = 0.733 = 73.3 \%$$

### 4. Feladat



Számítsa ki az alábbi kapcsolás munkaponti áramait és paramétereit!

$T_1$ : n-p-n,  $U_{BE01} = 0.6 \text{ V}$ ,  $B_1 = \beta_1 = 99$   
 $T_2$ : n-p-n,  $U_{BE02} = 0.6 \text{ V}$ ,  $B_2 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \infty$   
 $U_t = 12 \text{ V}$ ,  $R_1 = 40 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_3 = 11 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 6.75 \text{ k}\Omega$ ,

- a.)  $I_{E01} = ?$
- b.)  $I_{E02} = ?$
- c.)  $R_{be} = ?$
- d.)  $R_{ki} = ?$

**Megoldás:**

a.)  $I_{E01} = ?$

Munkapont számításnál  $u_g = 0$ . A  $T_1$  bázis-emitter körére felírható hurokegyenlet:

$$U_t = i_{B1} R_1 + u_{BE1} + i_{E1} R_3 = (1 - A_1) I_{E01} R_1 + U_{BE01} + I_{E01} R_3 \quad \text{mivel} \quad i_{B1} = (1 - A_1) i_{E1}$$

Ebből: 
$$I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE01}}{(1 - A_1) R_1 + R_3} = \frac{12 - 0.6}{0.01 \cdot 40 + 11} = \frac{11.4}{11.4} = 1 \text{ mA}$$
 
$$A_1 = \frac{B_1}{1 + B_1} = \frac{99}{100} = 0.99$$

b.)  $I_{E02} = ?$

Mivel  $B_2 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \infty$ , ezért  $i_{B2} = 0$  vagyis  $T_2$  nem terheli az első fokozatot. A  $T_2$  bázis-emitter körére felírható hurokegyenlet:

$$2U_t = i_{C1} R_2 + u_{BE2} + i_{E2} R_4 = A_1 I_{E01} + U_{BE02} + I_{E02} R_4$$

Ebből: 
$$I_{E02} = \frac{2U_t - U_{BE02} - A_1 I_{E01} R_2}{R_4} = \frac{24 - 0.6 - 0.99 \cdot 10}{6.75} = \frac{13.5}{6.75} = 2 \text{ mA}$$

c.)  $R_{be} = ?$

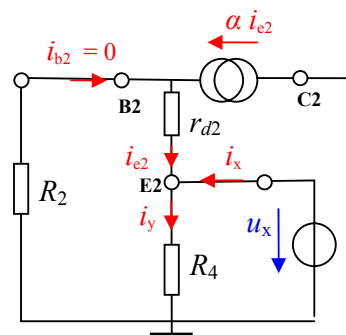
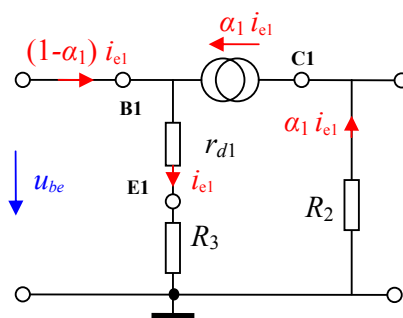
$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{i_{e1} (r_{d1} + R_3)}{(1 - \alpha_1) i_{e1}} = \frac{r_{d1} + R_3}{1 - \alpha_1} = (1 + \beta_1)(r_d + R_3) = 100 \cdot (11 + 0.026) \cong 1.1 \text{ M}\Omega$$

Ahol: 
$$r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 0.026 \text{ k}\Omega$$

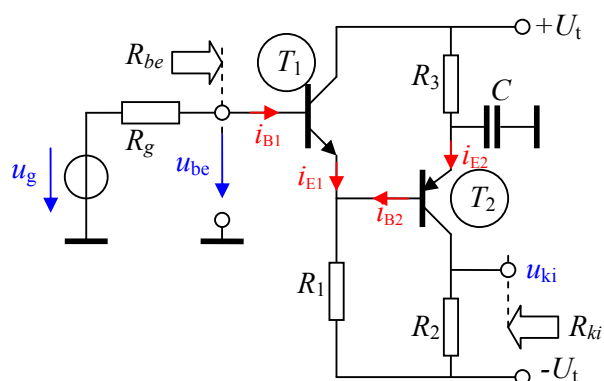
d.)  $R_{ki} = ?$

$$R_{ki} = \left. \frac{u_x}{i_x} \right|_{u_g=0} = r_{d2} \times R_4 \cong r_{d2} = 13 \text{ }\Omega$$

Ahol: 
$$r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E02}} = \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} = 13 \text{ }\Omega$$



### 5. Feladat



Számítsa ki az alábbi kapcsolás paramétereit!

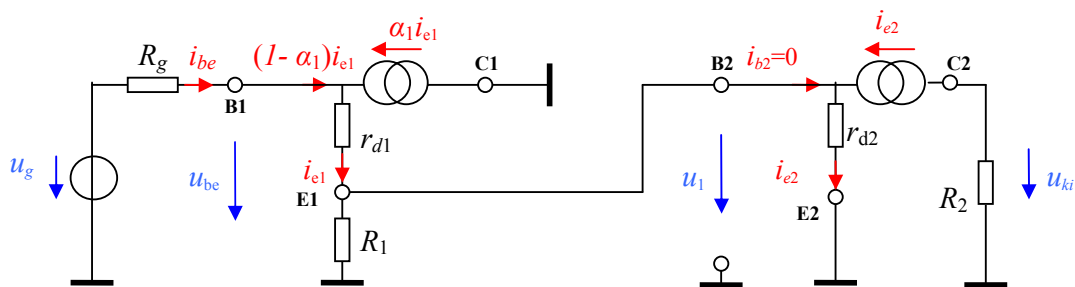
$T_1$ : n-p-n,  $U_{BE01} = 0.6 \text{ V}$ ,  $B_1 = \beta_1 = 99$   
 $T_2$ : p-n-p,  $U_{EB02} = 0.6 \text{ V}$ ,  $B_2 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \infty$   
 $U_t = 15 \text{ V}$ ,  $R_1 = 14.3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_3 = 7.25 \text{ k}\Omega$ ,  $R_g = 10 \text{ k}\Omega$ ,  
 $I_{E01} = 1 \text{ mA}$ ,  $I_{E02} = 2 \text{ mA}$

- a.)  $T_1, T_2$ : alapkapsolás típusa?
- b.)  $A_u = ?$  ha  $C \rightarrow \infty$
- c.)  $R_{be} = ?$
- d.)  $R_{ki} = ?$

Megoldás:

a.)  $T_1, T_2$ : alapkapsolás típusa?  $T_1$ : földelt kollektoros,  $T_2$ : földelt emitteres

b.)  $A_u = ?$  ha  $C \rightarrow \infty$



Mivel  $B_2 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \infty$ , ezért:  $i_{b2} = 0$  és így:  $R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{i_{e1}(r_{d1} + R_1)}{(1 - \alpha_1)i_{e1}} = \frac{r_{d1} + R_1}{1 - \alpha_1} = (1 + \beta_1)(r_{d1} + R_1)$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g} \frac{u_1}{u_{be}} \frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \frac{R_1}{r_{d1} + R_1} \frac{(-R_2)}{r_{d2}}$$

Ahol:

$$r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 26 \Omega \quad r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E02}} = \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} = 13 \Omega$$

c.)  $R_{be} = (1 + \beta_1)(r_{d1} + R_1) = 100 * (0.026 + 14.3) = 1432.6 \text{ k}\Omega$

b.)  $A_u = \frac{R_{be}}{R_g + R_{be}} \frac{R_1}{r_{d1} + R_1} \frac{(-R_2)}{r_{d2}} = \frac{1432.6}{1442.6} \frac{14.3}{14.326} \frac{(-5)}{0.013} \cong -\frac{5000}{13} = -384.6$

d.)  $R_{ki} = R_2 = 5 \text{ k}\Omega$