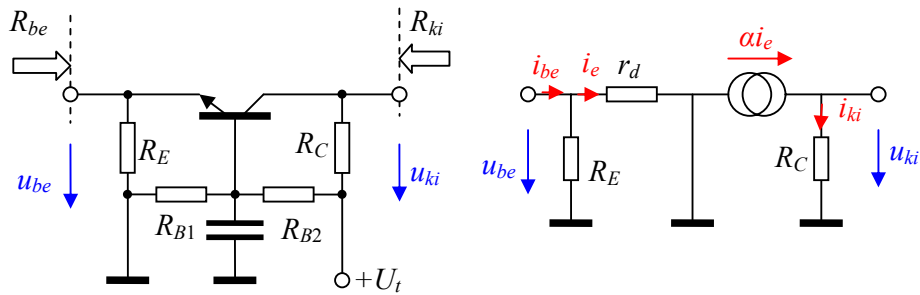


1.) Feladat

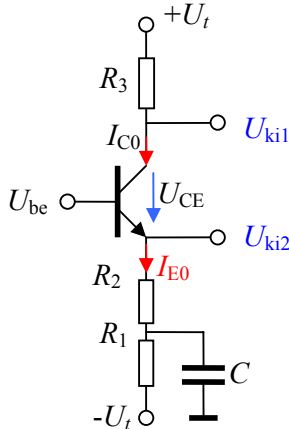
Földelt bázisú kapcsolás:



- a.)
$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{\alpha i_e R_C}{i_e r_d} = \frac{\alpha R_C}{r_d}$$
- b.)
$$A_i = \frac{i_{ki}}{i_{be}} = \alpha \frac{i_e}{i_{be}} = \alpha \frac{R_E}{R_E + r_d} \cong \alpha \quad \text{mivel általában } r_d \ll R_E$$
- c.)
$$R_{be} = R_E \times r_d \cong r_d$$
- d.)
$$R_{ki} = R_C$$

2.) Példa

Határozza meg az alábbi fokozat kivezérelhetőségét!



$U_t = 15 \text{ V}$, $U_m = 1 \text{ V}$, $A = 1$, $I_{E0} = 2 \text{ mA}$
 $R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2.5 \text{ k}\Omega$,
 $C \rightarrow \infty$

Kérdések:

- a.) $U_{ki1}^- = ?$ záróirányú vezérlés
 b.) $U_{ki1}^+ = ?$ nyitóirányú vezérlés
 c.) $U_{ki2}^- = ?$ záróirányú vezérlés
 d.) $U_{ki2}^+ = ?$ nyitóirányú vezérlés

Megoldás:

A munkaponti áram a feladatban adott: $I_{E0} = I_{C0} = 2 \text{ mA}$ ($A=1$, nagy alfa)

A két tápfeszültség betáplálási pont közé felírható **egyenáramú** Kirchoff egyenlet:

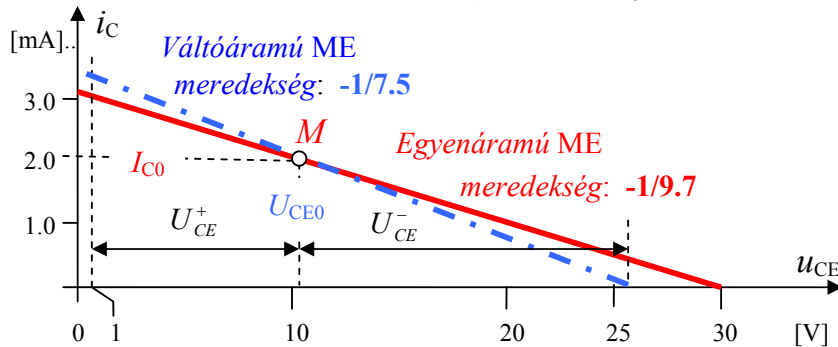
$$2U_t = U_{CE0} + I_{C0}(R_1 + R_2 + R_3)$$

Amiből:

$$U_{CE0} = 2U_t - I_{E0}(R_1 + R_2 + R_3) = 30 - 2 * 9.7 = 10.6 \text{ V}$$

Az egyenáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = -\frac{1}{9.7} \text{ [mS]}$

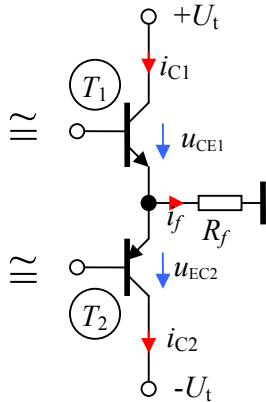
A váltóáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_V} = -\frac{1}{R_2 + R_3} = -\frac{1}{7.5} \text{ [mS]}$



Az ábra alapján: $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10.6 - 1 = 9.6 \text{ V}$, $U_{CE}^- = R_V I_{CE0} = 7.5 * 2 = 15 \text{ V}$

- a.) $U_{ki1}^- = U_{CE}^- \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 15 \frac{2.5}{7.5} = 5 \text{ V}$
 b.) $U_{ki1}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 9.6 \frac{2.5}{7.5} = 3.2 \text{ V}$
 c.) $U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 15 \frac{5}{7.5} = 10 \text{ V}$
 d.) $U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 9.6 \frac{5}{7.5} = 6.4 \text{ V}$

3.) Példa



Határozza meg a mellékelt ábra szerinti, „B” osztályú, ellenütemű végfokozat paramétereit! (Szinuszos kimeneti jel!)

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

T₁ : npn , T₂ : pnp (komplementer pár)

- $P_{f \max} = ?$
- $P_{T \max} = ?$
- $P_{DMax(1tr)} = ?$
- $\eta_{T \max} = ?$

Megoldás:

A maximális kollektor-áram amplitúdó:

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

a.) $P_{f \max} = ?$

A fogyasztón fellépő maximális teljesítmény: $P_{f \max} = \frac{1}{2} (I_{f \max})^2 R_f = \frac{1}{2} \cdot 14 = 7 \text{ W}$

b.) $P_{T \max} = ?$

Maximális kivezéréskor a telepekből felvett teljesítmény:

$$P_{T \max} = 2U_t \bar{i}_C = 2U_t \frac{I_{C \max}}{\pi} = \frac{2}{\pi} U_t I_{C \max} = \frac{2}{\pi} 15 \cdot 1 = 9.55 \text{ W}$$

c.) $P_{DMax(1tr)} = ?$

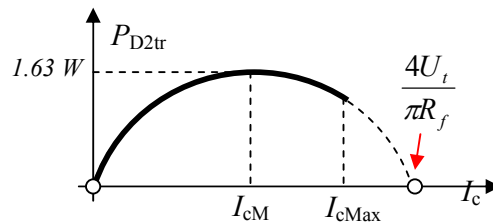
A tranzisztorokon az eldisszipált teljesítmény az áram amplitúdó függvényében:

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

Ha a kivezérés:

$$I_c = I_{cM} = \frac{2 U_t}{\pi R_f} = \frac{2 \cdot 15}{\pi \cdot 14} = 0.682 \text{ A}$$

a teljesítmény maximális:

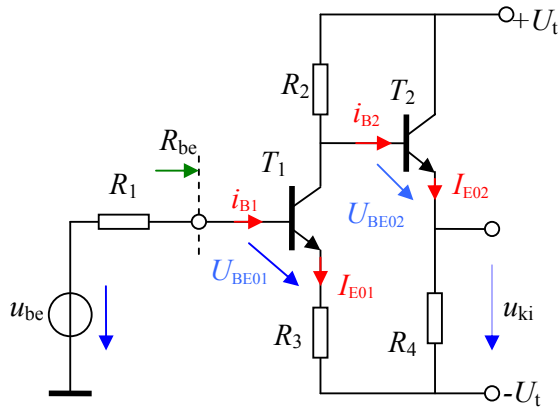


$$P_{D1tr} = \frac{R_f}{4} I_c \left[\frac{4U_t}{\pi R_f} - I_c \right] = \frac{R_f}{4} \frac{2 U_t}{\pi R_f} \left(\frac{2 U_t}{\pi R_f} \right) = \frac{1}{\pi^2} \frac{U_t^2}{R_f} = \frac{15^2}{14 \cdot \pi^2} = 1.63 \text{ W}$$

d.) $\eta_{T \max} = ?$

A max. teljesítményhez tartozó telep-hatásfok: $\eta_{T \max} = \frac{P_{f \max}}{P_{T \max}} = \frac{7}{9.55} = 0.733 = 73.3 \%$

4.) Példa



Határozza meg a következő kapcsolás munkaponti paramétereit!

T_1 : n-p-n tranzisztor, $\beta_1=B_1=99$,

T_2 : n-p-n tranzisztor, $\beta_2=B_2 \rightarrow \infty$,

$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$, $U_t = 12 \text{ V}$

$R_1 = 40 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$,

$R_3 = 11 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 6.75 \text{ k}\Omega$

a.) $I_{E01}=?$,

b.) $I_{E02}=?$,

c.) $R_{be}=?$

d.) $R_{ki}=?$

Megoldás:

a.) $I_{E01} = ?$

$$U_t = I_{E01}(R_3 + R_1/(1 + B_1)) + U_{BE01} \rightarrow I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_3 + R_1/(1 + B_1)} = \frac{12 - 0.6}{11 + 0.4} = 1 \text{ mA}$$

b.) $I_{E02} = ?$ $i_{B2} = 0$ mert: $\beta_2=B_2 \rightarrow \infty$

$$2U_t = I_{E01} \frac{B_1}{1 + B_1} R_2 + I_{E02} R_4 + U_{BE02} \rightarrow$$

$$I_{E02} = \frac{2U_t - U_{BE0} - 0.99 I_{E01} R_2}{R_4} = \frac{24 - 0.6 - 0.99 * 10}{6.75} = 2 \text{ mA}$$

c.) $R_{be}=?$

$$R_{be} = (1 + \beta_1)[r_{d1} + R_3] = 100 * 11026 \cong 1.1 \text{ M}\Omega$$

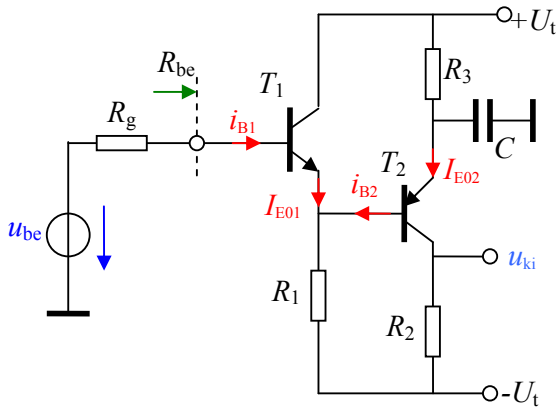
Ahol: $r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 26 \Omega$

d.) $R_{ki}=?$

$$R_{ki} = R_4 \times r_{d2} = 6750 \times 13 \cong r_{d2} = 13 \Omega$$

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

5.) Példa



Határozza meg a következő kapcsolás kisjelű paramétereit!

T_1 : n-p-n tr., $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ $\beta_1 = B_1 = 99$
 T_2 : p-n-p tr., $U_{EB0} = 0,6 \text{ V}$ $\beta_2 = B_2 \rightarrow \infty$
 $U_t = 12 \text{ V}$, $I_{E01} = 1 \text{ mA}$, $I_{E02} = 2 \text{ mA}$,
 $R_g = 10 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 14,3 \text{ k}\Omega$,
 $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 7,25 \text{ k}\Omega$

- Alapkapcsolások típusai?
- $A_u = ?$, ha $C \rightarrow \infty$
- $R_{be} = ?$, ha $C \rightarrow \infty$
- $A_u = ?$, ha $C \rightarrow 0$

Megoldás:

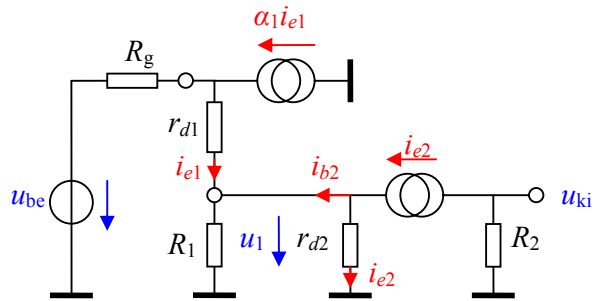
a.) Alapkapcsolások típusai? T_1 : Földelt kollektoros, T_2 : Földelt emitteres kapcsolás.

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

A kisjelű helyettesítő kép:

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

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



$$u_{be} = [(1 - \alpha_1)R_g + r_{d1} + R_1] i_{e1} \quad u_1 = R_1 i_{e1} \quad (\quad i_{b2} = 0) \quad \alpha_1 = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} = 0,99$$

Az első fokozat erősítése:

$$\frac{u_1}{u_{be}} = \frac{R_1}{(1 - \alpha_1)R_g + r_{d1} + R_1} = \frac{14,3}{0,01 * 10 + 0,026 + 14,3} = \frac{14,3}{14,426} = 0,991$$

A második fokozat erősítése:
$$\frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{-R_2 i_{e2}}{r_{d2} i_{e2}} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384,6$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{u_1} \frac{u_1}{u_{be}} = -384,6 * 0,991 = -381,2$$

c.) $R_{be} = ?$, ha $C \rightarrow \infty$
$$R_{be} = (1 + \beta_1)(r_{d1} + R_1) = 100 * (14,3 + 0,026) = 1,43 \text{ M}\Omega$$

d.) $A_u = ?$, ha $C \rightarrow 0$
$$r_{d2} \text{ helyett } r_{d2} + R_3 \text{ van a hálózatban.}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{R_3 + r_{d2}} = -\frac{5000}{7250 + 13} = -0,688$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{u_1} \frac{u_1}{u_{be}} = -0,688 * 0,991 = -0,682$$