

1. Példa: Munkapont számítás, kivezérelhetőség

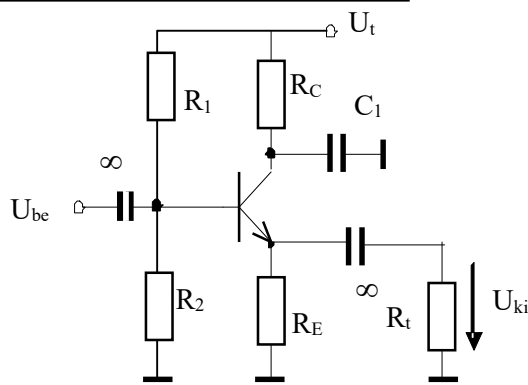
Az áramkör adatai: $U_t = 24\text{ V}$,
 $R_E = 1\text{ k}\Omega$, $R_C = 500\ \Omega$, $R_t = 9\text{ k}\Omega$, $R_1 = 26,8\text{ k}\Omega$,

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

1. Mekkora legyen R_2 értéke ahhoz, hogy a tranzisztor munkaponti árama 10 mA legyen?

2. Mekkora a vágás nélkül maximális szinuszos kimeneti feszültség csúcserőve, ha a $C_1 = \infty$?

3. Mekkora a kivezérelhetőség, ha $C_1 = 0$ (azaz kivesszük az áramkörből)?



Megoldás:

1. Munkapont számítás:

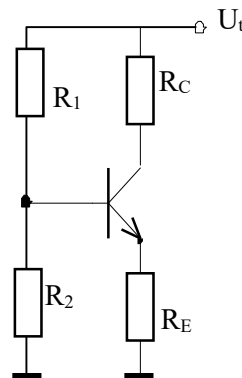
- Egyenáramú, gerjesztetlen állapot, $U_{be} = 0$!
- Kapacitások \rightarrow szakadás

$I_{E0} = 10\text{ mA} \rightarrow U_{E0} = R_E \cdot I_{E0} = 10\text{ V}$

$\rightarrow U_{B0} = U_{E0} + U_{BE0} = 10,6\text{ V}$

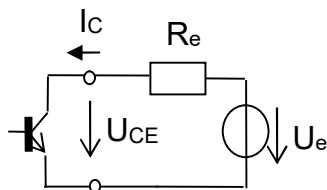
$I_{R1} = (U_t - U_{B0}) / R_1 = (24 - 10,6) / 26,8 = 0,5\text{ mA}$

$B = \infty \rightarrow I_{B0} = 0 \rightarrow I_{R2} = I_{R1} \quad \boxed{R_2 = U_{B0} / I_{R2} = 21,2\text{ k}\Omega}$



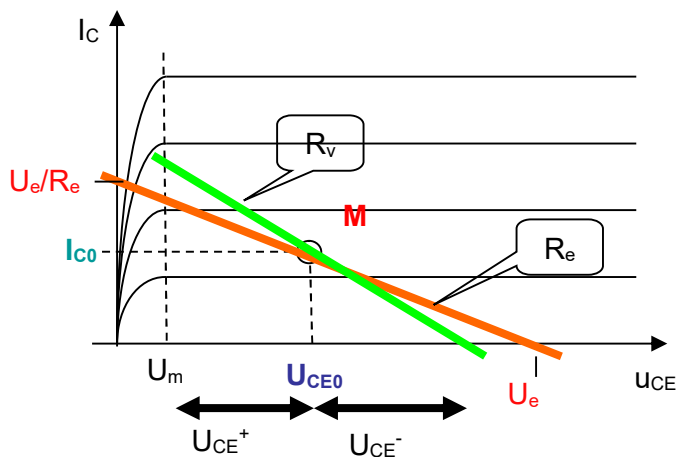
2. Kivezérelhetőség, ha $C_1 = \infty$

Egyenáramú helyettesítő kép:

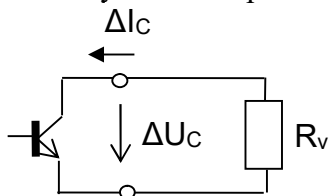


$R_e = R_C + R_E = 1,5\text{ kohm}$

$U_e = U_t = 24\text{ V}$



Váltó áramú helyettesítő kép:



$R_v = R_E \times R_t = 0,9\text{ kohm}$

Nyitó irányú kivezérelhetőség:

$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = U_e - R_e I_{C0} - U_m =$
 $= 24 - 1,5 \cdot 10 - 1 = 8\text{ V}$

Záró irányú kivezérelhetőség: $U_{CE}^- = R_v I_{C0} = 9\text{ V}$

Szimmetrikus kivezérelhetőség: $U_{ki} = \min(U_{CE}^+, U_{CE}^-) = 8\text{ V}$

Kimeneti kivezérelhetőség: = tranzisztor kivezérelhetőség

3. Kivezérelhetőség, ha $C1=0$

Egyenáramú analízis: $R_e = R_c + R_E = 1.5\text{kohm}$, $U_e = U_t = 24\text{V}$

Váltóáramú analízis: $R_v = R_c + R_E \times R_t = 1.4\text{kohm}$

A tranzisztor

nyitóirányú kivezérelhetősége: $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = U_e - R_e I_{C0} - U_m = 24 - 1,5 \cdot 10 - 1 = 8\text{V}$

záróirányú kivezérelhetősége: $U_{CE}^- = R_v I_{C0} = 14\text{V}$

szimmetrikus kivezérelhetőség: $U_{CE} = \min(U_{CE}^+, U_{CE}^-) = 8\text{V}$

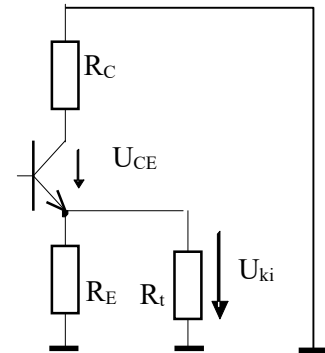
A kimeneti kivezérelhetőség: (\neq a tranzisztor kivezérelhetőségével)

A váltóáramú helyettesítőkép alapján számolt kimeneti leosztás:

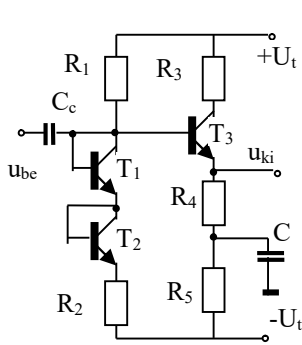
$$K = \left| \frac{U_{ki}}{U_{CE}} \right| \frac{R_E \times R_t}{R_E \times R_t + R_c} = 0,643$$

A kimeneti szimmetrikus kivezérelhetőség:

$$U_{KI} = U_{CE}^+ \frac{R_E \times R_t}{R_E \times R_t + R_c} = \underline{\underline{5.14 \text{ V}}}$$



2. Példa: Munkapont számítás, kivezérelhetőség



Az áramkör adatai:

$T_1, T_2, T_3 : U_{BE0}=0,6 \text{ V}, U_m=0,5 \text{ V}, A=1$

$U_t = 10 \text{ V}, C_c=C=\infty, R_1=R_2=10 \text{ k}\Omega, R_3=R_4=R_5=5 \text{ k}\Omega$

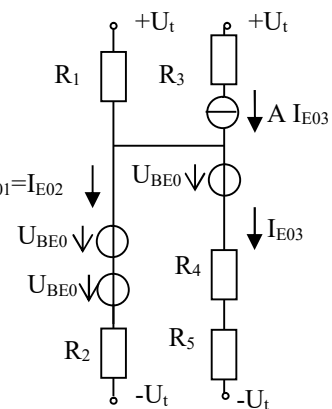
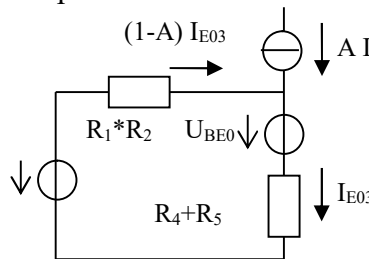
- Határozza meg a tranzisztorok munkaponti áramát!
- Határozza meg T_3 tranzisztor nyitó és záró irányú kivezérelhetőségét!
- Mekora a kimeneten megjelenő $U_{K\sin(\omega t)}$ szinusz maximális amplitúdója?

Megoldás:

- a.) T_1, T_2 nyitó irányban előfeszített diódákon $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ feszültség esik, tehát az egyenáramú helyettesítő kép

és a bázis osztó Thevenin helyettesítő képe:

$$U_{\text{üres}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} 2U_t + \frac{R_1}{R_1 + R_2} 2U_{BE0}$$



$$I_{E03} = \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} 2U_t + 2U_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - U_{BE0}}{R_4 + R_5 + (1-A)R_1 * R_2} \Bigg|_{R_1 = R_2, A = 1} = \frac{U_t}{R_4 + R_5} = \frac{10}{10} = 1 \text{ mA}$$

Mivel T_3 bázisárama nulla ($A=1$) ezért: $I_{E01} = I_{E02} = \frac{2U_t - 2U_{BE0}}{R_1 + R_2} = \frac{20 - 1,2}{20} = 0,94 \text{ mA}$

- b.) T_3 egyenáramú lezárása: $R_c = R_3 + R_4 + R_5 = 15 \text{ k}\Omega \rightarrow U_{CE03} = 2 U_t - R_c I_{E03} = 5 \text{ V}$
 $U_{CE3}^+ = U_{CE03} - U_m = 4,5 \text{ V}$

- c.) T_3 váltóáramú lezárása: $R_v = R_3 + R_4 = 10 \text{ k}\Omega \rightarrow U_{CE3}^- = R_v I_{E03} = 10 \text{ V}$

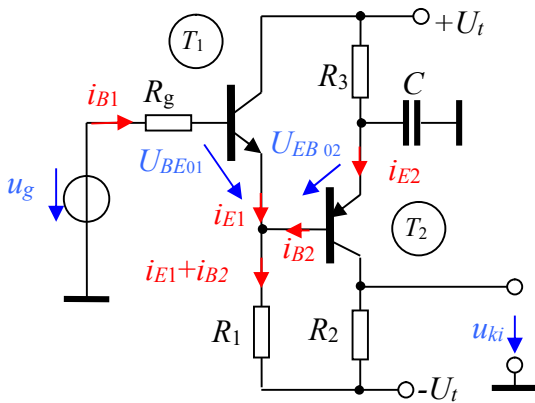
- d.) A T_3 tranzisztor szimmetrikus kivezérelhetősége: $\min(U_{CE3}^+, U_{CE3}^-) = 4,5 \text{ V}$

kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_{CE3}$

kimeneti szinusz amplitúdója: $4,5/2=2,25 \text{ V}$

3.) Példa

Határozza meg a mellékelt kapcsolás munkaponti adatait!



T_1 : n-p-n tranzisztor $U_{BE0} = 0.6 \text{ V}$, $\beta_1 = B_1 = 99$

T_2 : p-n-p tranzisztor $U_{EB0} = 0.6 \text{ V}$, $\beta_2 = B_2 \rightarrow \infty$

$U_t = 15 \text{ V}$, $R_g = 10 \text{ k}\Omega$,

$R_1 = 14.3 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 7.55 \text{ k}\Omega$

Kérdések:

a.) $I_{E01} = ?$, $U_{CE01} = ?$

b.) $I_{E02} = ?$, $U_{EC02} = ?$

Megoldás:

a.) $I_{E01} = ?$, $U_{CE01} = ?$

A munkapont meghatározásakor az $u_g = 0$ feltételt állítjuk be. A T_1 bázis-emitter körére felírható (egyenáramú) hurok egyenlet:

$$U_t = I_{B01} R_g + U_{BE01} + (I_{E01} + I_{B02}) R_1$$

Mivel $\beta_2 = B_2 \rightarrow \infty$ ezért az $i_{B2} = 0$ és így $I_{B02} = 0$

Másrészt az első tranzisztor bázisárama kifejezhető az emitterárammal.: $I_{B01} = \frac{I_{E01}}{1 + B_1}$

Ezekből:

$$I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE01}}{R_1 + R_g / (1 + B_1)} = \frac{15 - 0.6}{14.3 + 10/100} = 1 \text{ mA}$$

Másrészt:

$$U_{CE01} = 2U_t - I_{E01} R_1 = 2 * 15 - 1 * 14.3 = 15.7 \text{ V}$$

b.) $I_{E02} = ?$, $U_{EC02} = ?$

A T_2 emitter-bázis körére felírható (egyenáramú) hurok egyenlet:

$$U_{CE01} = I_{E02} R_3 + U_{EB02}$$

Innen:

$$I_{E02} = \frac{U_{CE01} - U_{EB02}}{R_3} = \frac{15.7 - 0.6}{7.55} = 2 \text{ mA}$$

Másrészt:

$$U_{CE02} = 2U_t - I_{E02} (R_2 + R_3) = 2 * 15 - 2 * 12.55 = 4.9 \text{ V}$$