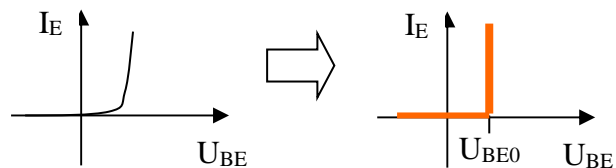


Bipoláris tranzisztor munkapontjának számítása:

- egyenáramú, gerjesztetlen áramkör analízise
- tranzisztorok normál aktív üzemmódban:
 - bázis-emitter pn átmenet nyitva,
 - bázis-kollektor pn átmenet zárva
 - ha U_m specifikált, a kollektor- emitter feszültség nagyobb a maradék feszültségnél
- nyitó irányú pn átmenet: feszültség generátorral veendő figyelembe (npn: U_{BE0} , pnp: U_{EB0})

kézi számítás estén: nemlineáris (exponenciális) transzfer karakterisztika helyettesítése egyparaméteres (U_{BE0} nyitófeszültség) derékszögű karakterisztikával



- záró irányú pn átmenet: áram generátorral veendő figyelembe ($I_{C0} = A \cdot I_{E0}$)

1. példa

$U_t = 10 \text{ V}$.

Az npn tranzisztor következő paraméterei adottak:

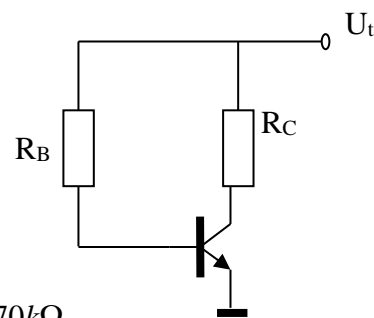
$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, \quad B = 99, \quad U_m = 0,5 \text{ V}$$

Mekkora legyen R_B ellenállás értéke, hogy a tranzisztor munkaponti árama, $I_{E0} = 2 \text{ mA}$ legyen?

$$\text{Válasz: } R_B = \frac{U_t - U_{BE0}}{(1-A)I_{E0}} = \frac{U_t - U_{BE0}}{\frac{I_{E0}}{(1+B)}} = \frac{9,4}{0,02} = 470 \text{ k}\Omega$$

Mekkora lehet R_C értéke, hogy a tranzisztor a normál aktív tartományban maradjon?

$$\text{Válasz: } U_{CE0} > U_m \text{ azaz } U_t - R_C I_{C0} > U_m \rightarrow R_C \leq \frac{U_t - U_m}{A I_{E0}} = \frac{9,5}{1,98} = 4,80 \text{ k}\Omega$$



2. példa

Az adott áramköri paraméterek:

$$U_{t1}, U_{t2}, R_{B1}, R_{B2}, R_{C1}, R_{C2}$$

$$T1: \text{npn}, U_{BE0}, \beta_1, U_{m1}$$

$$T2: \text{pnp}, U_{EB0}, \beta_2, U_{m2}$$

A tranzisztorok munkaponti árama mely ellenállásoktól függ és melyektől nem?

Válasz: R_{B1}, R_{B2} : ezektől függ,

R_{C1}, R_{C2} : ezektől -bizonyos határok közt - nem.

Mekkora a közös munkaponti emitteráram?

$$\text{Válasz: } I_{E01} = I_{E02} = I_{E0} = \frac{U_{t1} - U_{t2} - U_{BE0} - U_{EB0}}{(1 - A_1)R_{B1} + (1 - A_2)R_{B2}} =$$

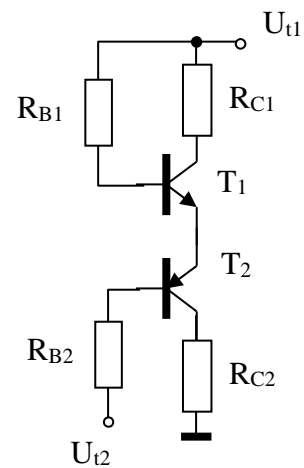
Ellenőrizzük, hogy mindkét tranzisztor normál aktív üzemmódban van!

Válasz: A közös emitter potenciálja:

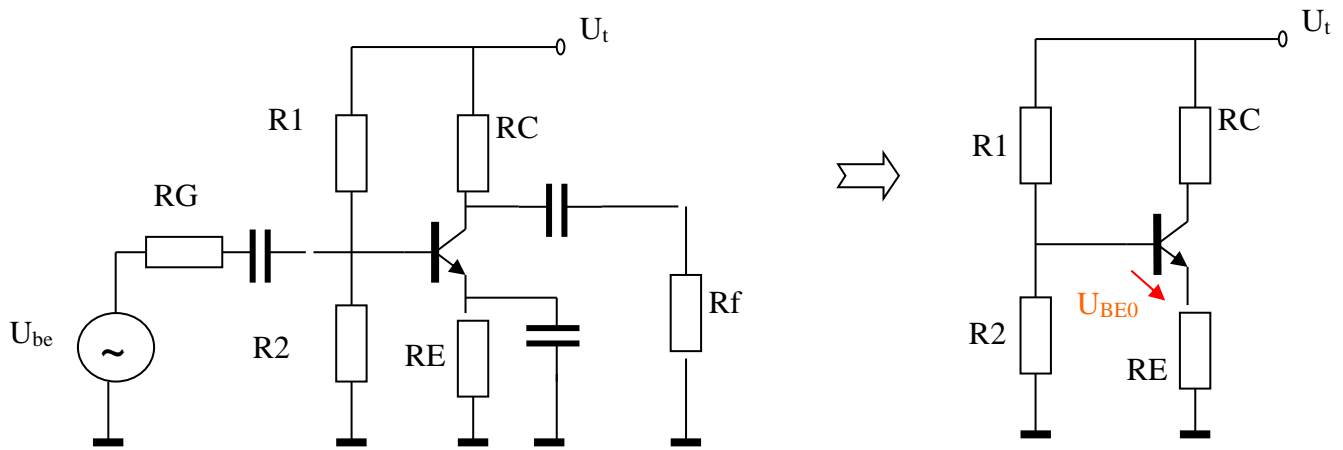
$$U_E = U_{t1} - R_{B1}(1 - A_1)I_{E0} - U_{BE0} (= U_{t2} + R_{B2}(1 - A_2)I_{E0} + U_{EB0})$$

$$T1: U_{CE01} > U_{m1} \text{ ahol } U_{CE01} = U_{t1} - R_{C1}A_1I_{E0} - U_E, \quad R_{C1} < \frac{U_{t1} - U_{m1} - U_E}{A_1I_{E0}}$$

$$T2: U_{EC02} > U_{m2} \text{ ahol } U_{EC02} = U_E - R_{C2}A_2I_{E0}, \quad R_{C2} < \frac{U_E - U_{m2}}{A_2I_{E0}}$$



3. példa:



Munkaponti analízis:

- egyenáramú helyettesítő kép:
 - kondenzátor -> szakadás,
 - induktivitás -> rövidzár
 - váltóáramú (jel-) feszültség generátor -> rövidzár
 - váltóáramú (jel-) áram. generátor -> szakadás

B = ∞ esete.

$$I_{B0} = 0 \rightarrow U_{B0} = \frac{R2}{R1 + R2} U_t$$

$$U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = \frac{R2}{R1 + R2} U_t - U_{BE0}$$

$$I_{E0} = \frac{U_{E0}}{R_E} = \frac{\frac{R2}{R1 + R2} U_t - U_{BE0}}{R_E}$$

$$U_{C0} = U_t - R_C I_{C0}$$

Számokkal:

adatok: $R1 = R2 = 40 \text{ kohm}$ $R_E = 4,4 \text{ kohm}$ $R_C = 2 \text{ kohm}$, $U_t = 10 \text{ V}$
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$

eredmények: $U_{B0} = 5 \text{ V}$, $U_{E0} = 4,4 \text{ V}$, $I_{E0} = I_{C0} = 1 \text{ mA}$, $U_{C0} = 8 \text{ V}$

Kérdés: Mekkora legyen R_E ahhoz, hogy az I_{E0} munkaponti áram értéke $1,5 \text{ mA}$ legyen?

Feladat: Ellenőrizzük, hogy a tranzisztor normál aktív üzemmódban van?

Véges B esete:

Legyen az R2 ellenálláson folyó áram értéke I_2 .

$$I_2 R_2 = U_{BE0} + R_E I_{E0} \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{1}{R_2} U_{BE0} + \frac{R_E}{R_2} I_{E0}$$

$$R_2 I_2 + R_1 (I_2 + I_{B0}) = U_t \quad \leftarrow \quad I_{B0} = \frac{1}{1+B} I_{E0}$$

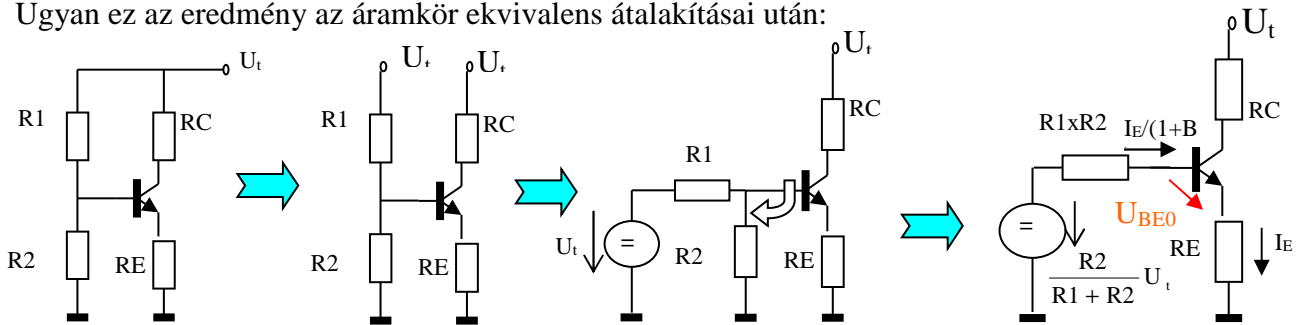
$$(R_2 + R_1) I_2 = U_t - \frac{R_1}{1+B} I_{E0}$$

$$(R_2 + R_1) \left(\frac{1}{R_2} U_{BE0} + \frac{R_E}{R_2} I_{E0} \right) = U_t - \frac{R_1}{1+B} I_{E0}$$

$$\left(\frac{(R_2 + R_1)R_E}{R_2} + \frac{R_1}{1+B} \right) I_{E0} = U_t - \frac{R_2 + R_1}{R_2} U_{BE0}$$

$$I_{E0} = \frac{U_t - \frac{R_2 + R_1}{R_2} U_{BE0}}{\frac{(R_2 + R_1)R_E}{R_2} + \frac{R_1}{1+B}} \quad \text{Átalakítva:} \quad I_{E0} = \frac{\frac{R_2}{R_2 + R_1} U_t - U_{BE0}}{R_E + \frac{R_1 \times R_2}{1+B}}$$

Ugyan ez az eredmény az áramkör ekvivalens átalakításai után:

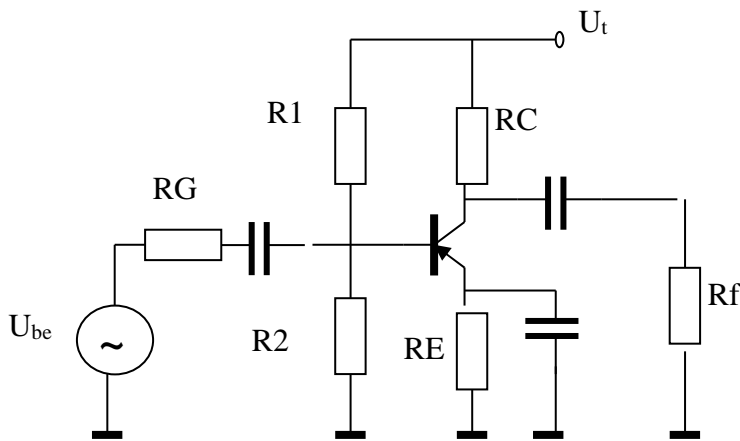


Báziskör Thevenin helyettesítő képére felírható egyetlen hurok egyenlet:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_t = R_1 \times R_2 \cdot \frac{I_E}{1+B} + U_{BE0} + R_E \cdot I_E \quad \text{ebből:} \quad I_{E0} = \frac{\frac{R_2}{R_2 + R_1} U_t - U_{BE0}}{R_E + \frac{R_1 \times R_2}{1+B}}$$

Mi van, ha az eredeti npn tranzisztort pnp tranzisztorra cseréljük?

$$R_2/(R_1+R_2)U_t$$

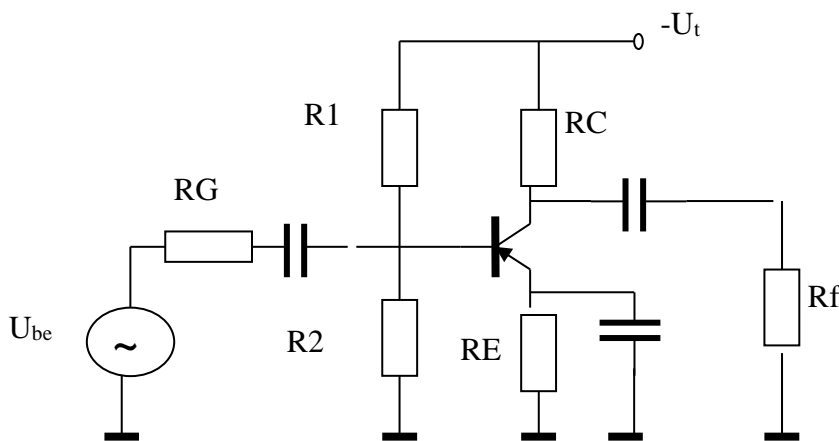


Miért értelmetlen, működés képtelen az áramkör?
Nem alakulhat ki a normál aktív üzemmód.

Mit módosítsunk, hogy a tranzisztor normál-aktív tartományban működjön?

$$U_t \rightarrow -U_t :$$

Munkapont?



U_t marad, de kollektor ↔ emitter felcserélése:

Munkapont?

Mekkora lehet RE értéke, hogy a tranzisztor normál-aktív tartományban működjön?

