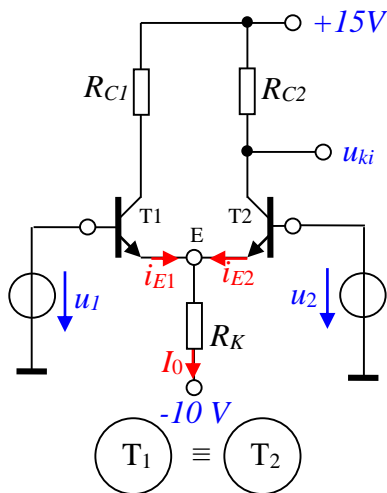


1.) Példa



$T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1 = B_1 = \beta_2 = B_2 = 99$,
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$

$I_0 = 2 \text{ mA}$,

$R_K = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_{C1} = R_{C2} = R_C = 10 \text{ k}\Omega$,

a.) $A_D = ?$, $A_K = ?$, $KME = ?$

b.) $\frac{u_{ki}}{u_D}$ alsó, illetve felső határfrekvenciája = ?

ha: $C_{bc} = 2 \text{ pF}$, A tranzisztorok tranzit frekvenciája:

$f_T = 300 \text{ MHz}$

Megoldás:

a.) $A_D = ?$, $A_K = ?$, $KME = ?$

A kisjelű helyettesítő kép:

$I_{E01} = I_{E02} = 1 \text{ mA} \rightarrow r_{d1} = r_{d2} = 26 \Omega$,

A differenciális módusú erősítés számításánál:

$$u_1 = \frac{u_d}{2} \quad u_2 = -\frac{u_d}{2}$$

Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

$$i_{e2} = -i_{e1}$$

Ezért: $i_K = 0$, így az E pont potenciálja zérus.

Így:

$$i_{e2} = -\frac{u_d/2}{r_{d2}} = -\frac{u_d}{2r_{d2}} \rightarrow u_d = -2r_{d2}i_{e1}$$

És:

$$A_D = \frac{u_{ki}}{u_D} = \frac{-\alpha_2 i_{e2} R_C}{-2r_{d2} i_{e2}} = \frac{\alpha_2 R_C}{2r_{d2}} = \frac{0.99 \times 10\,000}{2 \times 26} = 190.4$$

A közös módusú erősítés számításánál:

$$u_1 = u_2 = u_K$$

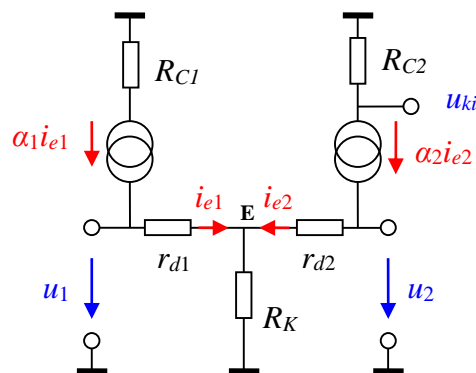
Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

$$i_{e1} = i_{e2}$$

Ezért:

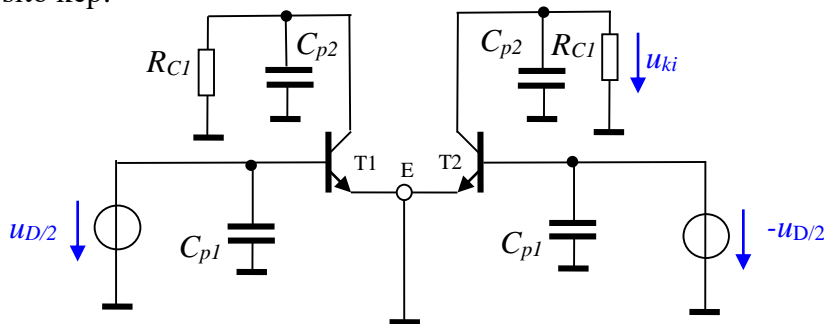
$$A_K = \frac{u_{ki}}{u_K} = \frac{-\alpha_2 R_C i_{e2}}{(r_{d2} + R_K) i_{e2} + R_K i_{e1}} = -\frac{\alpha_2 R_C}{2R_K + r_{d2}} = -\frac{0.995 \times 10000}{2 \times 4700 + 26} = -1.056$$

$$KME = \left| \frac{A_D}{A_K} \right| = \frac{191.3}{1.056} = 181.2$$



b.) Felső határfrekvencia differenciális gerjesztés = ? ha : $C_{bc} = 2 \text{ pF}$ $f_T = 300 \text{ MHz}$

A váltóáramú (AC)
helyettesítő kép:



A parazita kapacitások meghatározásához fel kell használnunk a tranzit frekvencia adatot.
A tranzit frekvencia (lásd 9. előadás jegyzete):

$$\omega_T = \alpha_0 \frac{1}{r_d(C_{be} + C_{bc})}$$

$$C_{be} + C_{bc} = \alpha_0 \frac{1}{r_d \omega_T} = 0.99 \frac{1}{26 * 2\pi 300 \times 10^6} = 20.2 \text{ pF}$$

$$C_{bc} = 2 \text{ pF}$$

$$C_{be} = 20.2 \text{ pF} - C_{bc} = 18.2 \text{ pF}$$

Az E pont váltóáramú földön van a differenciális gerjesztés miatt. A T2 a kimenet szempontjából FE kapcsolás, ezért C_{p1} :

$$A = -\alpha \frac{R_C}{r_{d2}} = -0.99 \frac{10000}{26} = -381$$

$$C_{p1} = C_{be} + (1 - A)C_{bc} = 18.2 + (1 + 381)2 = 782.2 \text{ pF}$$

Mivel a generátor ellenállás 0, ezért ez a kapacitás pólust nem okoz.

(Ha lenne pl. egy $2.6 \text{ k}\Omega$ -os generátor ellenállás mindkét oldalon, a pólus frekvencia:

$$R_p = R_g \times R_{be} = R_g \times r_{d2}(1 + \beta) = 2600 \times 26(1 + 99) = 13000 \Omega$$

$$f_{p1} = \frac{1}{2\pi R_p C_{p1}} = \frac{1}{6.28 \times 1.3 \times 10^3 \times 782.2 \times 10^{-12}} = 156 \text{ kHz}$$

Az egyetlen pólus frekvencia, ami a -3 dB-es felső határ frekvencia is egyben:

$$C_{p2} = C_{BC2} = 2 \text{ pF}$$

$$f_{p2} = \frac{1}{2\pi R_C C_{p2}} = \frac{1}{6.28 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-12}} = 8 \text{ MHz}$$

Az alsó határfrekvencia 0.

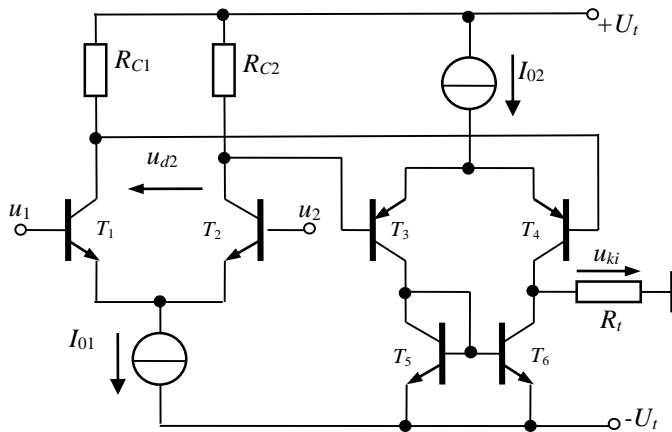
c.) Mivel a kimeneti áram munkaponti értéke 0, ezért $U_{ki0} = 0$. Vigyázat, ekkor $U_{CB0} = 0$, tehát a normál aktív tartomány határán vagyunk, az áramkör kivezérelhetősége igen csekély. Ezt úgy lehet növelni, hogy az R_f ellenállás alsó pontjának potenciálját a földről felemeljük egy egyenfeszültség generátorral. Ez az áramkör kisjelű viselkedését nem befolyásolja, de a kivezérelhetőség nagyobb lesz.

3.) Feladat

$T_1=T_2$: $n-p-n$ tranzisztor $\beta_1 = \beta_2 = 99$, $U_{BE0}=0.6V$

$T_3=T_4$: $p-n-p$ tranzisztor $\beta_3 = \beta_4 = 99$, $U_{EB0}=0.6V$

$T_5=T_6$: $n-p-n$ tranzisztor $\beta_5 = \beta_6 = \infty$, $U_{BE0}=0.6V$



$U_i = 15V$, $R_{C1}=R_{C2}=R_f=10k\Omega$, $I_{01}=I_{02}=2mA$
Kérdések:

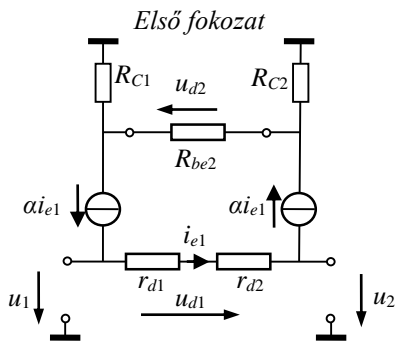
$A_{d1}=?$,

$A_{d2}=?$,

$A_d=?$

Megoldás:

a.) $A_{d1}=?$, $A_{d2}=?$, $A_d=?$



$$I_{E01} = I_{E02} = I_{01} / 2 = 1mA$$

$$r_{d1} = r_{d2} = \frac{26mV}{I_{E01}} = 26\Omega$$

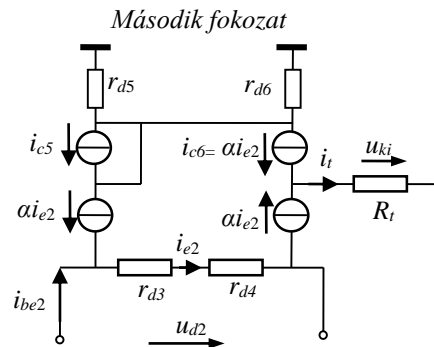
$$R_{be2} = \frac{u_{d2}}{i_{be2}} = (1 + \beta_3)(r_{d3} + r_{d4}) = 100 * 52 = 5.2k\Omega$$

$$R_{Cer} = R_{be2} \times (R_{C1} + R_{C2}) = 5.2 \times 20 = 4.13k\Omega$$

$$A_{d1} = \frac{u_{d2}}{u_{d1}} = \frac{\alpha i_{e1} R_{Cer}}{i_{e1}(r_{d1} + r_{d2})} = \frac{\alpha R_{Cer}}{r_{d1} + r_{d2}} = \frac{0.99 * 4130}{26 + 26} = 78.6$$

$$A_{d2} = \frac{u_{ki}}{u_{d2}} = \frac{2\alpha i_{e2} R_t}{i_{e2}(r_{d3} + r_{d4})} = \frac{\alpha R_t}{r_d} = \frac{0.99 * 10000}{26} = 381 \quad (\beta_{56} \rightarrow \infty, \text{ideális áramtükör})$$

$$A_d = A_{d1} A_{d2} = 78.6 * 381 = 29800$$



$$I_{E03} = I_{E04} = I_{02} / 2 = 1mA$$

$$r_{d3} = r_{d4} = r_d = \frac{26mV}{I_{E03}} = 26\Omega$$