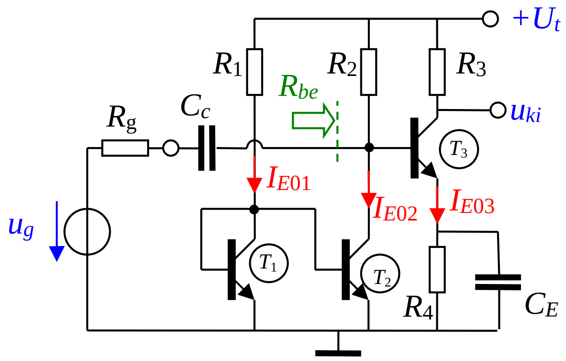
1.) Példa



$U_t = 15\,\text{V}$, $R_1 = 43{,}2\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 24\,\text{k}\Omega$,
$R_3 = 5\,\text{k}\Omega$, $R_4 = 6{,}16\ \text{k}\Omega$
$R_g = 2\,\text{k}\Omega$, $U_{BE0} = 0{,}6\ \text{V}$
$B_1 = \beta_1 = B_2 = \beta_2 \to \infty$, $B_3 = \beta_3 = 99$
$T_1 \equiv T_2$

a.) I_{E01} =?, I_{E02} =?, I_{E03} =?

b.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g} = ?$ ha $C_c = C_E \to \infty$

c.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g}(s) = ?$ ha $C_c = 10\ \mu\text{F}$, $C_E \to \infty$

d.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g}(s) = ?$ ha $C_c = C_E \to \infty$, $C_{bc} = 2$ pF, $C_{be} = 20$ pF

Megoldás:
a.) I_{E01} =?, I_{E02} =?, I_{E03} =?

$T_1 \equiv T_2$ az u.n. *áramtükör*, stabilizálja a T_3 munkapontját. (A T_1 tükrözi az áramát a T_2-re.)

Mivel: $B_1 = \beta_1 = B_2 = \beta_2 \to \infty$, ezért : $U_t = I_{E01} R_1 + U_{BE0}$

Innen: $$I_{E01} = I_{E02} = \frac{U_t - U_{BE01}}{R_1} = \frac{15 - 0.6}{43.2} = \frac{1}{3}\ mA$$

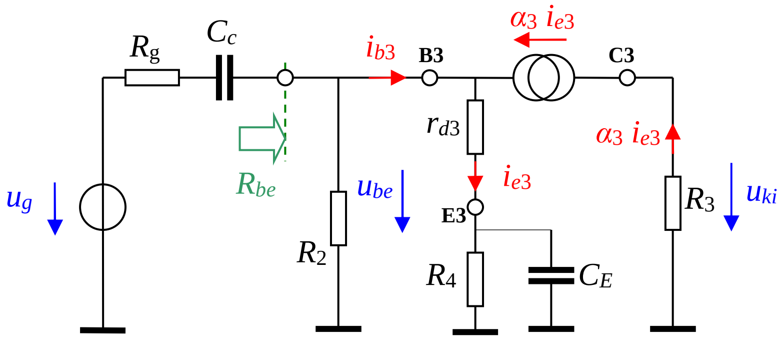
Másrészt: $$U_t = R_2\left[I_{E02} + (1 - A_3) I_{E03}\right] + U_{BE03} + I_{E03} R_4 \qquad \left(I_{B03} = (1 - A_3) I_{E03}\right)$$

Innen: $$I_{E03} = \frac{U_t - R_2 I_{E02} - U_{BE03}}{R_4 + (1 - A_3) R_2} = \frac{15 - 24/3 - 0.6}{6.16 + 0.24} = \frac{6.4}{6.4} = 1\ mA \rightarrow r_{d3} = 26\ \Omega$$

b.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g} = ?$ ha $C_c = C_E \to \infty$

A T_3 kisjelű helyettesítő képe:

***T_1*, *T_2* nincs vezérelve!!**



A bázisban mérhető bemenő ellenállás: $$\frac{u_1}{i_{b3}} = \frac{u_1}{(1 - \alpha_1) i_{e3}} = (1 + \beta_3)\frac{u_1}{i_{e3}} = (1 + \beta_3) r_{d3} = 2.6\ k\Omega$$

Ezzel:
$$R_{be} = R_2 \times \left[(1 + \beta_3) r_{d3}\right] = 24 \times 2.6 \cong 2.4\ k\Omega$$

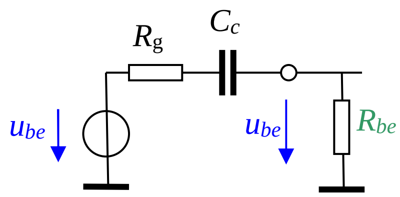
Az alapkapcsolás erősítése: $A_u = \dfrac{u_{ki}}{u_{be}} = \dfrac{-\alpha_3 i_{e3} R_3}{i_{e3} r_d} = -\dfrac{\alpha_3 R_3}{r_{d3}} = -\dfrac{0.99 * 5000}{26} = -190.4$

A fokozat erősítését megkapjuk, ha a bemeneti (R_g, R_{be}) leosztást is figyelembe vesszük:

$$A_0 = \frac{u_{ki}}{u_g} = \frac{u_{be}}{u_g}\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_{be}}{R_{be}+R_g}\left(-\frac{\alpha_3 R_3}{r_{d3}}\right) = -\frac{2.4}{4.4}\frac{0.99*5000}{26} = -103.8$$

c.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g}(s) = ?$ ha $C_c = 10\,\mu\mathrm{F}$, $C_E \to \infty$

A fenti feltételekkel az alapkapcsolás erősítése nem, csak a bemeneti leosztás változik:

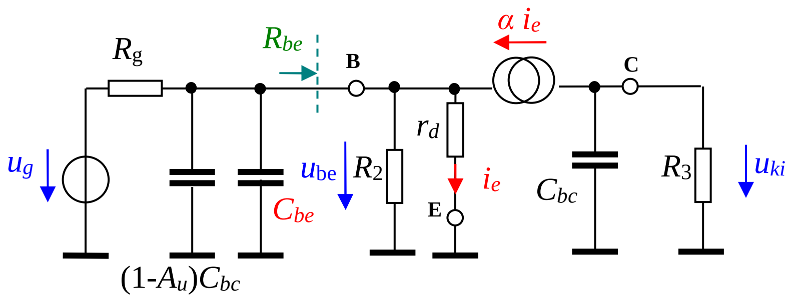


$$\frac{u_{be}}{u_g} = \frac{R_{be}}{R_{be}+R_g+1/sC_c} = \frac{R_{be}}{R_{be}+R_g}\frac{s/\omega_a}{1+s/\omega_a}$$

$$\omega_a = \frac{1}{(R_g+R_{be})C_c} = \frac{1}{10^{-5}*4.4*10^3} = 22.3\,rad/\sec$$

A teljes fokozat erősítése: $\dfrac{u_{ki}}{u_g}(s) = A_0\dfrac{s/\omega_a}{1+s/\omega_a}$

d.) $\dfrac{u_{ki}}{u_g}(s) = ?$ ha $C_c = C_E \to \infty$, C_{bc}= 2 pF, C_{be}= 20 pF



A korábbiak alapján:

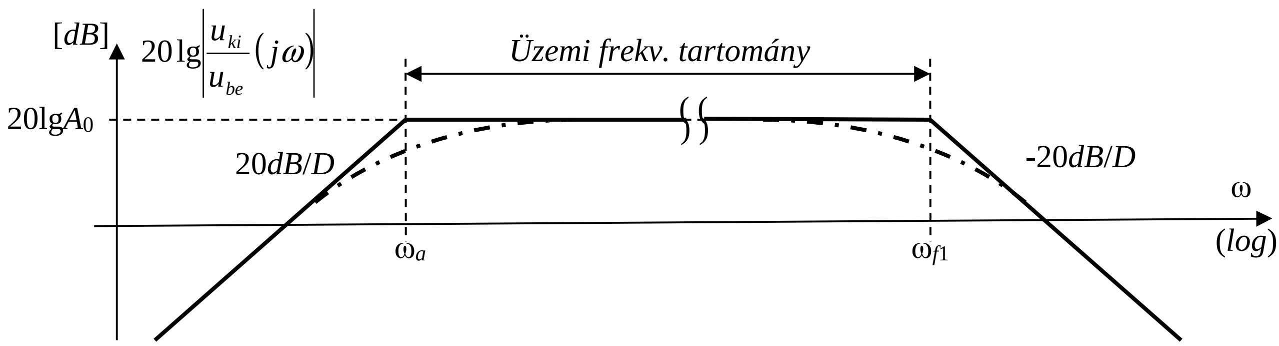
$$\frac{u_{ki}}{u_g}(s) = A_0\frac{1}{1+s/\omega_{f1}}$$

$$C_{er} = C_{be} + (1-A_u)C_{bc} = 20 + 382.8 =$$
$$= 402.8\ pF$$

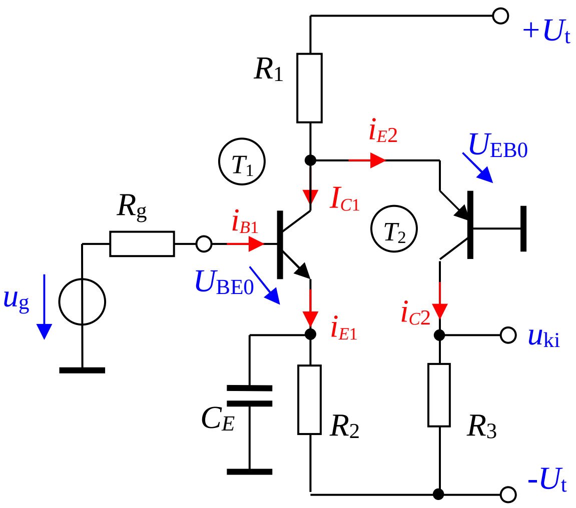
$$\omega_{f1} = \frac{1}{C_{er}R_g \times R_{be}} = \frac{1}{402.8*10^{-12}*2.4\times 2*10^3} = 2.27\,Mrad/\sec \to 362\ kHz$$

$$\omega_{f2} = \frac{1}{C_{bc}R_3} = \frac{1}{2*10^{-12}*5*10^3} = 100\,Mrad/\sec \to 15\ MHz$$

Azonban ω_{f2} környezetében már nem érvényes a Miller – kapacitásos közelítés !!!



2.) Példa (KASZKÓD KAPCSOLÁS)



T_1: n-p-n, T_2: p-n-p

$\beta_1 = B_1 = \beta_2 = B_2 = 99$, $U_{BE0} = U_{EB0} = 0.6$ V

$U_t = 12$ V,

$R_1 = 5.73$ kΩ, $R_2 = 11.3$ kΩ,

$R_3 = 10$ kΩ, $R_g = 10$ kΩ

$I_{E01} = 1mA$, $I_{E02} = 1mA$

$r_{d1} = r_{d2} = 26\ \Omega$, $C_E \to \infty$

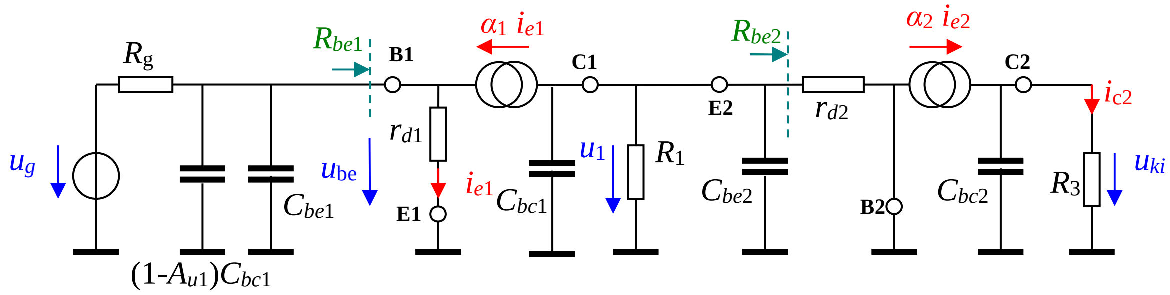
Határozzuk meg az $\frac{u_{ki}}{u_g}(s) = ?$

transzfer függvényt, ha mindkét tranzisztorra:

$C_{bc} = 2\ pF$, $C_{be} = 20\ pF$

Megoldás:

A kapcsolás kisjelű helyettesítő képe:



Először írjuk fel az egyes fokozatok frekvencia független erősítéseit

$$L_0 = \frac{u_{be}}{u_g} = \frac{R_{be1}}{R_g + R_{be1}} = \frac{2.6}{10 + 2.6} = 0.206 \qquad \text{ahol:} \quad R_{be1} = (1 + \beta_1) r_{d1} = 2.6\ k\Omega$$

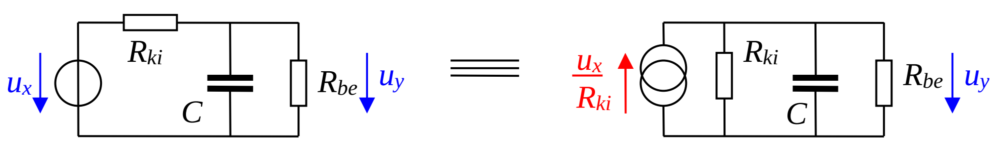
$$A_{u1} = \frac{u_1}{u_{be}} = -\frac{\alpha_1 (R_1 \times R_{be2})}{r_{d1}} \cong -\frac{\alpha_1 r_{d2}}{r_{d1}} = -\alpha_1 = -0.99$$

ahol: $R_{be2} = r_{d2}$ és $R_1 \times r_{d2} = 5730 \times 26 \cong 26\ \Omega$

$$A_{u2} = \frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{\alpha_2 R_3}{r_{d2}} = \frac{0.99 * 10000}{26} = 380.8$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_g} = L_0 A_{u1} A_{u2} = -77.65$$

Ha figyelembe akarjuk venni a frekvencia függést, akkor érdemes észrevennünk hogy, ugyan az a szituáció fordul elő mindhárom párhuzamos kondenzátoros esetben:



A leegyszerűsített esetre a frekvencia függés:

$$\frac{u_y}{u_x}(s) = \frac{R_{be} \times (1/sC)}{R_{ki} + R_{be} \times (1/sC)} = \frac{R_{be}}{R_{ki} + R_{be}} \frac{1}{1 + s/\omega_p}$$

Ahol: $\frac{R_{be}}{R_{ki} + R_{be}}$ a kapacitás nélküli (frekvencia független) átvitel

$\omega_p = \frac{1}{C(R_{ki} \times R_{be})}$ a nagyfrekvenciás pólus frekvencia.

Ezt a felismerést alkalmazva:

$$L(s) = \frac{u_{be}}{u_g} = L_0 \frac{1}{1 + s/\omega_{p1}}$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{[(1 - A_{u1})C_{bc1} + C_{be}](R_g \times R_{be1})} =$$

$$= \frac{1}{(1.99 * 2 + 20)10^{-12}(10 \times 2.6)10^3} = \frac{10^9}{23.98 * 2.06} = 2.02 * 10^7\ rad/\sec \to 3.22\ MHz$$

$$A_{u1}(s) = \frac{u_1}{u_{be}} = -\alpha_1 \frac{1}{1 + s/\omega_{p2}}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{[C_{be2} + C_{bc1}](R_1 \times R_{be2})} = \frac{1}{22 * 10^{-12} 26} = \frac{10^{12}}{572} = 1.75 * 10^9\ rad/\sec \to 278\ MHz$$

$$A_{u2}(s) = \frac{u_{ki}}{u_1} = A_{u2} \frac{1}{1 + s/\omega_{p3}}$$

$$\omega_{p3} = \frac{1}{C_{bc2} R_3} = \frac{1}{2 * 10^{-12} 10^4} = \frac{10^8}{2} = 5 * 10^7\ rad/\sec \to 7.96\ MHz$$

Ezekkel: $$\frac{u_{ki}}{u_g}(s) = L_0 A_{u1} A_{u2} \frac{1}{1 + s/\omega_{p1}} \frac{1}{1 + s/\omega_{p2}} \frac{1}{1 + s/\omega_{p3}}$$

Egyetlen földelt emitteres fokozattal el tudtunk volna érni ekkora erősítést, de a pólus frekvencia sokkal kisebbre adódott volna.