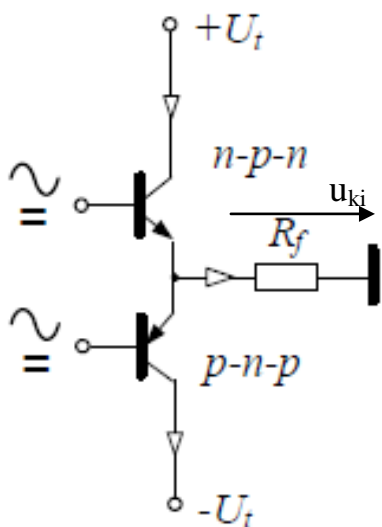


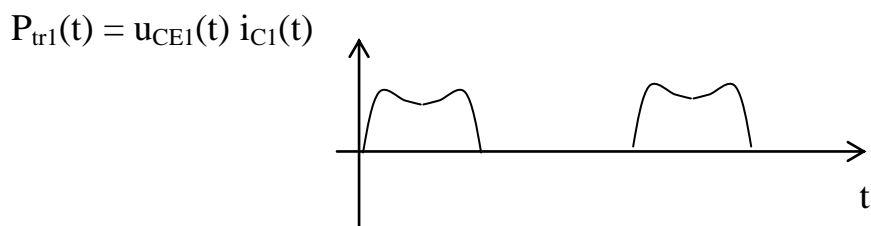
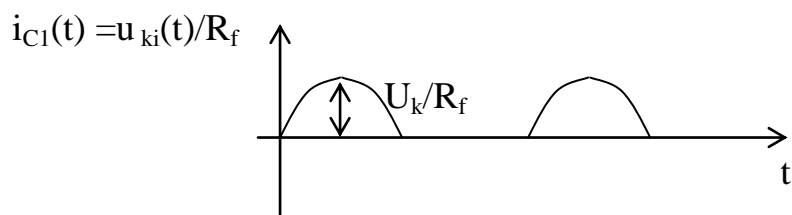
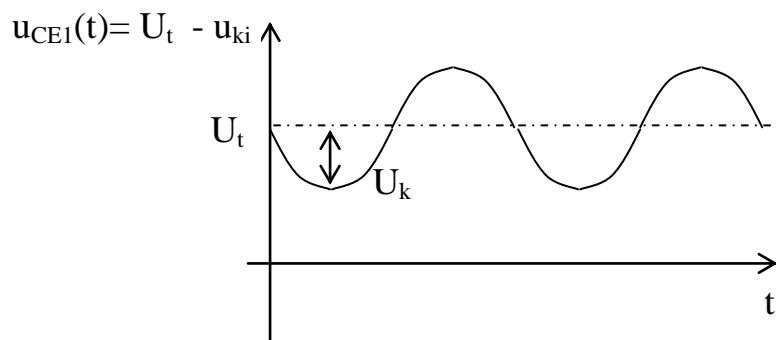
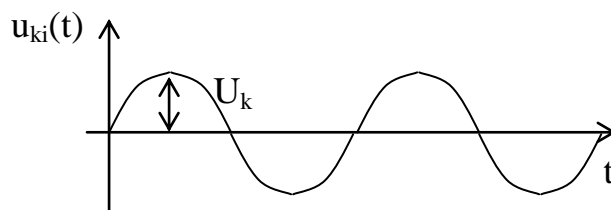
1. Rajzolja le a bipoláris, komplementer tranzisztorokból felépülő ellenütemű végfokozatot! Feltételezzük, hogy a végfokozat „B” osztályú és a kimeneti jel  $U_k$  amplitúdójú szinuszos feszültség,  $u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$ . Mekkora  $U_k$  lehetséges maximális értéke, hogyan függ a telepfeszültségtől, a tranzisztor kollektor-emitter maradék feszültségétől és a terhelő ellenállástól? Rajzolja le közös léptékű idő-tengelyek felett a kimenő feszültséget és az egyik tranzisztor kollektor-emitter feszültségét, áramát és a tranzisztor pillanatnyi disszipációs teljesítményét!

**Megoldás:**



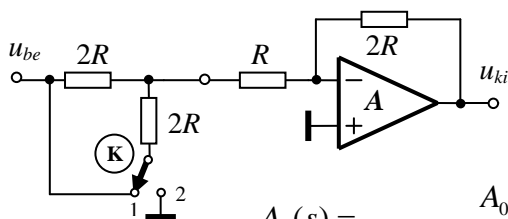
$$u_{ki}(t) = U_k \sin(\omega t)$$

$$U_{kmax} = U_t - U_m$$



Számolja ki az alábbi műveleti erősítés kapcsolás paramétereit!

$R = 100 \text{ k}\Omega$



a.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ,  $K \rightarrow 1$ , A ideális,

b.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ,  $K \rightarrow 2$ , A ideális,

$A(s) = \frac{A_0}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)}$ ,  $A_0 = 2 \cdot 10^4$ ,  $\omega_1 = 5 \text{ rad/s}$ ,  $\omega_2 = 5 \times 10^4 \text{ rad/s}$

c.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$ ,  $K \rightarrow 1$ ,  $A(s)$       d.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$ ,  $K \rightarrow 2$ ,  $A(s)$

**Megoldás:**

a.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ,  $K \rightarrow 1$ , A ideális,

A Thevenin helyettesítő kapcsolás paramétereit:

$u_{be}^* = u_{be}$ ,  $R_1^* = (2R \times 2R) + R = 2R$

$R_2 = 2R$

$A_{id1} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_2}{R_1^*} = -\frac{2R}{2R} = -1$

b.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$ ,  $K \rightarrow 2$ , A ideális,

A Thevenin helyettesítő kapcsolás paramétereit:

$u_{be}^{**} = \frac{u_{be}}{2}$ ,  $R_1^{**} = (2R \times 2R) + R = 2R$

$R_2 = 2R$

$A_{id2} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{2u_{be}^{**}} = -\frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1^{**}} = -\frac{1}{2}$

c.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$ ,  $K \rightarrow 1$ ,

$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id1} \frac{\beta A(s)}{1 + \beta A(s)} = A_{id1} \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \frac{1}{1 + 2\zeta s/\Omega_0 + (s/\Omega_0)^2}$

Ahol:  $\beta = \frac{R_1^*}{R_1^* + R_2} = \frac{2R}{2R + 2R} = \frac{1}{2}$        $A_0 \beta = 10^4$        $\frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \cong 1$

$\Omega_0 = \sqrt{(1 + A_0 \beta)\omega_1 \omega_2} \cong \sqrt{A_0 \beta \omega_1 \omega_2} = 5 \cdot 10^4 \text{ rad/sec}$

$\zeta \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\omega_2}{A_0 \beta \omega_1}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^4}} = \frac{1}{2}$

d.)  $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$ ,  $K \rightarrow 2$ ,

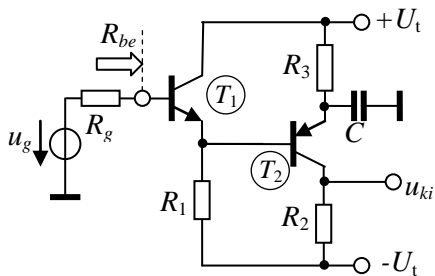
$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id2} \frac{\beta A(s)}{1 + \beta A(s)} = A_{id2} \frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \frac{1}{1 + 2\zeta s/\Omega_0 + (s/\Omega_0)^2}$

Ahol:  $\beta = \frac{R_1^{**}}{R_1^{**} + R_2} = \frac{2R}{2R + 2R} = \frac{1}{2}$        $A_0 \beta = 10^4$        $\frac{A_0 \beta}{1 + A_0 \beta} \cong 1$

$\Omega_0 = \sqrt{(1 + A_0 \beta)\omega_1 \omega_2} \cong \sqrt{A_0 \beta \omega_1 \omega_2} = 5 \cdot 10^4 \text{ rad/sec}$

$\zeta \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\omega_2}{A_0 \beta \omega_1}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^4}} = \frac{1}{2}$

**3. Feladat** Határozza meg az alábbi kapcsolás kisjelű paramétereit!



$T_1$   $n-p-n$ ,  $U_{BE0} = 0,6$  V,  $B_1 = \beta_1 = 99$   $I_{E01} = 1$  mA  
 $T_2$   $p-n-p$ ,  $U_{EB0} = 0,6$  V,  $B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty$   $I_{E02} = 2$  mA  
 $U_t = 15$  V;  $R_1 = 14,3$  k $\Omega$ ;  $R_2 = 5$  k $\Omega$ ;  $R_3 = 7,25$  k $\Omega$ ;  
 $R_g = 10$  k $\Omega$

- a) A  $T_1$  és  $T_2$  tranzisztor alapkapcsolásának típusa?  
 b)  $A_u = u_{ki}/u_g = ?$  ha  $C \rightarrow \infty$     c)  $R_{be} = ?$   
 d)  $A_u(s) = ?$ , ha  $C = 10 \mu F$

**Megoldás:**

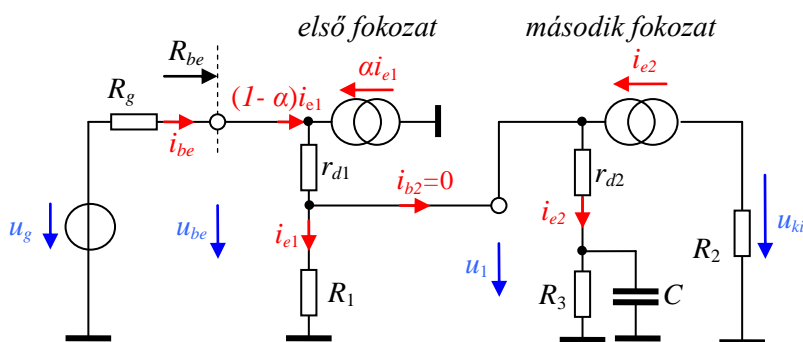
- a)  $T_1$  : Közös kollektoros (Földelt Kollektoros) kapcsolás  
 $T_2$  : Közös emitteres (Földelt Emitteres) kapcsolás

FC  
FE

- b)  $A_u = ?$  ha  $C \rightarrow \infty$

$$r_{d1} = \frac{26mV}{I_{E01}} = 26\Omega, \quad r_{d2} = 13\Omega$$

$$\alpha = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} = 0.99$$



$$A_1 = \frac{u_1}{u_g} = \frac{R_1}{(1 - \alpha)R_g + r_{d1} + R_1} = \frac{14.3}{0.1 + 0.026 + 14.3} = 0.99$$

$$A_{2\infty} = \frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384.6 \quad \text{ha } C \rightarrow \infty . \quad A_\infty = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_{2\infty} = -380.8$$

$$A_{20} = \frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{r_{d2} + R_3} = -\frac{5000}{7263} = -0.688 \quad \text{ha } C \rightarrow 0: \quad A_0 = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_{20} = -0.681$$

c)  $R_{be} = ?$   $R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = (1 + \beta)(r_{d1} + R_1) = 1432.6 \text{ k}\Omega \approx 1.43 \text{ M}\Omega$

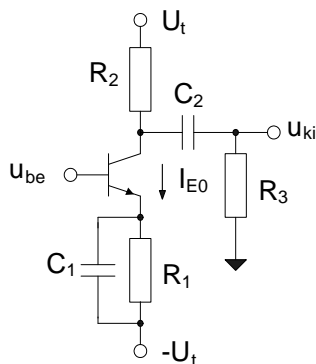
- d)  $A_u(s) = ?$ , ha  $C = 10 \mu F$

$$A_u(s) = \frac{u_{ki}}{u_g}(s) = A_0 \frac{1 + s/\omega_z}{1 + s/\omega_p}$$

Ahol:  $\omega_z = \frac{1}{R_3 C} = \frac{1}{7.25 * 10^3 * 10 * 10^{-6}} = \frac{100}{7.25} = 13.8 \text{ rad/sec}$

$$\omega_p = \omega_z \frac{A_\infty}{A_0} = 7.71 \text{ krad/sec} \quad A_\infty = -380.8 \quad A_0 = -0.681$$

4. Határozza meg az alábbi áramkör kivezérelhetőségét!



$$U_t = 15 \text{ V}, \quad U_m = 1 \text{ V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 10 \text{ k}\Omega,$$

a.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$ , nyitóirányú vezérlés

b.)  $U_{ki}^- = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$ , záróirányú vezérlés

c.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2$  helyett rövidzár van a kapcsolásban, nyitóirányú vezérlés

d.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 = 0$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$ , nyitóirányú vezérlés

Megoldás:

a.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$

$$U_t^* = 2U_t = 30 \text{ V}$$

$$R_e = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 30 - 20 = 10 \text{ V}$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = 9 \text{ V}$$

$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ = 9 \text{ V}$$

b.)  $U_{ki}^- = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$

$$R_v = R_2 \times R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$U_{ce}^- = I_{C0} R_v = 1 * 5 = 5 \text{ V}$$

$$U_{ki}^- = U_{ce}^- = 5 \text{ V}$$

c.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2$  helyett rövidzár van a kapcsolásban,

$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 15 + 7.5 = 22.5 \text{ V}$$

$$R_e = R_1 + R_2 \times R_3 = 10 + 5 = 15 \text{ k}\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 22.5 - 15 = 7.5 \text{ V}$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 7.5 - 1 = 6.5 \text{ V}$$

$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ = 6.5 \text{ V}$$

d.)  $U_{ki}^+ = ?$ ,  $C_1 = 0$ ,  $C_2 \rightarrow \infty$

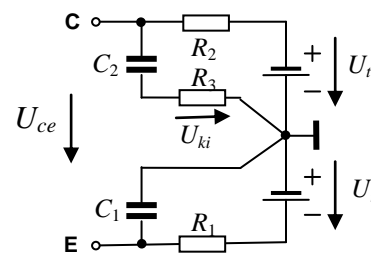
$$U_t^* = 2U_t = 30 \text{ V}$$

$$R_e = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20 \text{ k}\Omega$$

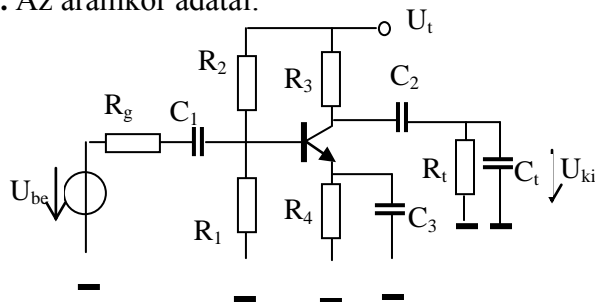
$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0} R_e = 30 - 20 = 10 \text{ V}$$

$$U_{ce}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = 9 \text{ V}$$

$$U_{ki}^+ = U_{ce}^+ \frac{R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 \times R_3} = 9 \frac{5}{15} = 3 \text{ V}$$



5. Az áramkör adatai:



$U_t = 15 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_4 = 6,9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 5,2 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_g = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_t = 5,2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_t = 10 \text{ pF}$   
 $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 10 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = \infty$   
 Tranzisztor:  
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ ,  $B = \beta = \infty$ ,  $C_{be} = 20 \text{ pF}$ ,  
 $C_{bc} = 2 \text{ pF}$

- Munkaponti áram,  $I_{E0} = ?$
- Középfrekvenciás erősítés?  $U_{ki}/U_{be} = ?$ , ha a kis- és nagyfrekvenciás hatásokat elhanyagoljuk.
- Alsó határ frekvencia?  $\omega_a = ?$
- Felső határ frekvencia?  $\omega_f = ?$

**Megoldás:**

a)  $U_{B0} = R_1/(R_1+R_2) U_t = 7,5 \text{ V}$        $U_{E0} = U_{B0} - U_{BE0} = 6,9 \text{ V}$        $I_{E0} = U_{E0}/R_4 = 1 \text{ mA}$   
 $r_d = U_T/I_{E0} = 26 \Omega$

b)  $C_1, C_2, C_3$  : rövidzár,       $C_{be}, C_{bc}, C_t$  : szakadás  
 bemeneti leosztás:  $R_{12} = R_1 \times R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,       $R_{12} / (R_g + R_{12}) = 0,5$   
 FE erősítés:  $-(R_3 \times R_t)/r_d = -100$ ,

$U_{ki}/U_{be} = - 50$

c)  $C_1$  csatoló miatt:  $\omega_{a1} = 1/(C_1(R_g + R_{12})) = 10 \text{ rad/sec} = 1,6 \text{ Hz}$   
 $C_2$  csatoló miatt:  $\omega_{a2} = 1/(C_2(R_3 + R_t)) = 9,62 \text{ rad/sec} = 1,53 \text{ Hz}$   
 alsó határfrekvencia:  $\max(\omega_{a1}, \omega_{a2}) = 1,6 \text{ Hz}$

d)

$C_{be}, C_t$  : párhuzamos terhelő kapacitások a bemeneten és kimeneten:

$C_{bc}$  :  $A = - 100$  erősítést áthidaló kapacitás, Miller hatás: 101-szeres a bemeneten, 1-szeres a kimeneten:

A bemeneten létrejövő törésponti frekvencia:

$$\omega_{f1} = \frac{1}{C_{p1}R_{p1}} = \frac{1}{(C_{be} + (1 - (-100))C_{bc})(R_g * R_{12})} = 1,8 \text{ Mrad/sec} = 287 \text{ kHz}$$

A kimeneten létrejövő törésponti frekvencia:

$$\omega_{f2} = \frac{1}{C_{p2}R_{p2}} = \frac{1}{(C_{bc} + C_t)(R_3 * R_t)} = 17,48 \text{ Mrad/sec} = 2,78 \text{ MHz}$$

Felső határfrekvencia:  $\min(\omega_{f1}, \omega_{f2}) = 1,8 \text{ M rad/sec} = 287 \text{ kHz}$

Minden példa összesen 20 pontos, elérhető összpontszám: 100.

Vizsgajegy:    0-39: 1                    40-53: 2                    54-64: 3                    65-81: 4                    82-100: 5