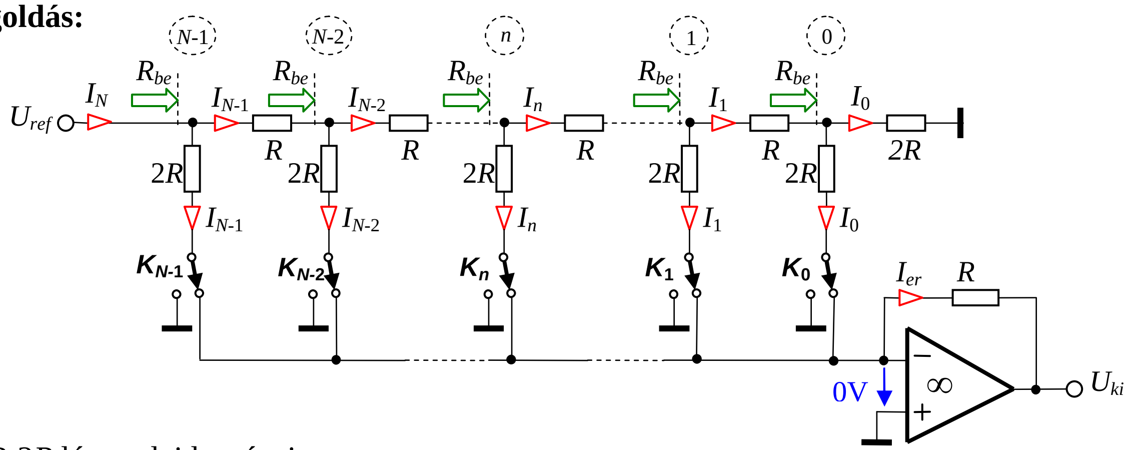
1.) Feladat Ismertesse az R-$2R$ létrával megvalósított D/A konverter tulajdonságait (kapcsolási rajz, az n-dik ágon folyó áram értéke, a virtuális földpontba folyó eredő áram értéke, a kimeneti feszültség értéke)!

Megoldás:



Az R-$2R$ létra tulajdonságai:

1.) A K kapcsolók állásától függetlenül a $2R$ ellenállás alsó vége mindig zérus potenciálon van.(virtuális föld).

2.) Minden csomópontban (0,1,2, … N-1) $R_{be} = R$

3.) Az ág-áramok csomópontról-csomópontra kétszereződnek:

: $I_1 = 2\,I_0$, $I_2 = 2\,I_1 = 2^2\,I_0$, $I_3 = 2\,I_2 = 2^3\,I_0$, …..

$I_n = 2\,I_{n-1} = 2^n\,I_0$, ….. $I_N = 2\,I_{N-1} = 2^N\,I_0$,

Az eredő áram: $I_{er} = \sum_{n=0}^{N-1} K_n I_n = I_0 \sum_{n=0}^{N-1} K_n 2^n = I_0 D$

Ahol: $K_n = \begin{cases} 0 & ha \quad K: \; direkt\ föld\ állásban \\ 1 & ha \quad K: \; virtuál.\ föld\ állásban \end{cases}$

Mivel: $U_{ki} = -RI_{er}$ és $I_0 = \frac{I_N}{2^N} = \frac{U_{ref}}{2^N R}$

A kimenet:

$$U_{ki} = -\frac{U_{ref}}{2^N} \sum_{n=0}^{N-1} K_n 2^n = -\frac{U_{ref}}{2^N} D$$

Ahol D egy 2-es számrendszerbeli pozitív egész szám (a kód):

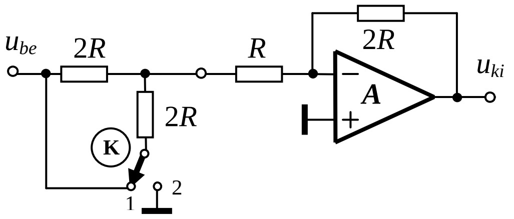
$$D = \sum_{n=0}^{N-1} K_n 2^n = K_{N-1} 2^{N-1} + K_{N-2} 2^{N-2} + \ldots + K_1 2 + K_0$$

Ha U_{ref} negatív: az unipoláris (pozitív) kimenet:

$$0 \le U_{ki} \le \left(-U_{ref}\right)\left[1 - 2^{-N}\right]$$

2.) Feladat

Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit!



a.) $\dfrac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ***A*** ideális, *K* az 1-es állásban

b.) $\dfrac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ***A*** ideális, *K* az 2-es állásban

c.) U_{kiH}, ***A*** ideális, U_{off} = 1 mV,

d.) $\dfrac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, $A(s) = \dfrac{A_0}{(1+s/\omega_1)(1+s/\omega_2)}$, $A_0 = 2.10^5$, $\omega_1 = 10$ rad/s, $\omega_2 = 2\cdot 10^6$ rad/s,

Megoldás:

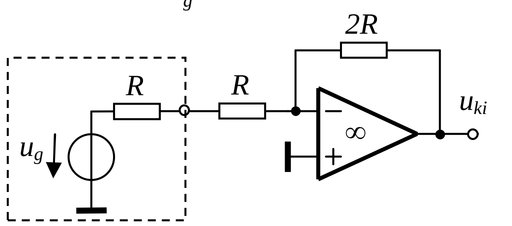
A Thevenin helyettesítő kép belső ellenállása a kapcsoló **mindkét állásában azonos**: ***R.***

Forrás feszültsége: $K = 1$: $u_g = u_{be}$, $K = 2$: $u_g = 0.5\,u_{be}$, $\dfrac{u_{ki}}{u_g} = -\dfrac{2R}{2R} = -1$

Ezért:

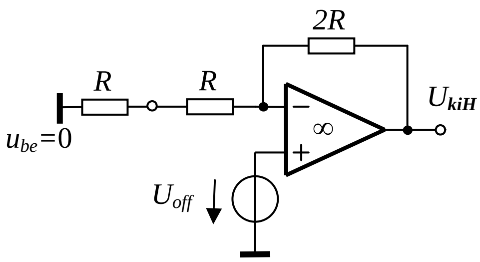
a.) $\boxed{A_{id} = \dfrac{u_{ki}}{u_{be}} = -1}$

b.) $\boxed{A_{id} = \dfrac{u_{ki}}{u_{be}} = -\dfrac{1}{2}}$



c.) U_{kiH}, A$_1$ ideális, U_{off} = 1 mV,

$$U_{kiH} = \left(1+\frac{2R}{2R}\right)U_{off} \boxed{= 2\ mV}$$



d.) $\dfrac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$

$$\boxed{A_v(s) = A_{id}\frac{\beta A(s)}{1+\beta A(s)} = A_{id}\frac{\beta A_0}{(1+s/\omega_1)(1+s/\omega_2)+\beta A_0} = A_{id}\frac{\beta A_0}{1+\beta A_0}\frac{1}{1+2\zeta(s/\omega_{pv})+(s/\omega_{pv})^2}}$$

Ahol:

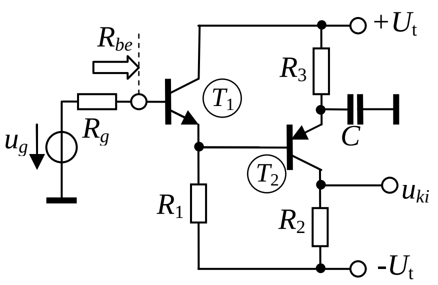
$$\beta = \left(\frac{u_v}{u_{ki}}\right) = \frac{2R}{2R+2R} = \frac{1}{2}$$

$$\omega_{pv} = \sqrt{(1+\beta A_0)\omega_1\omega_2} \cong \sqrt{10^5 * 2 * 10^7} \boxed{= 1.41 * 10^6\ rad/\sec}$$

$$\zeta = \frac{1}{2}\frac{\sqrt{\omega_2/\omega_1}+\sqrt{\omega_1/\omega_2}}{\sqrt{1+\beta A_0}} \cong \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\omega_2}{\beta A_0\omega_1}} \cong \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2*10^6}{10^6}} \boxed{= 0.71}$$

3.) Feladat

Határozza meg az alábbi kapcsolás kisjelű paramétereit!



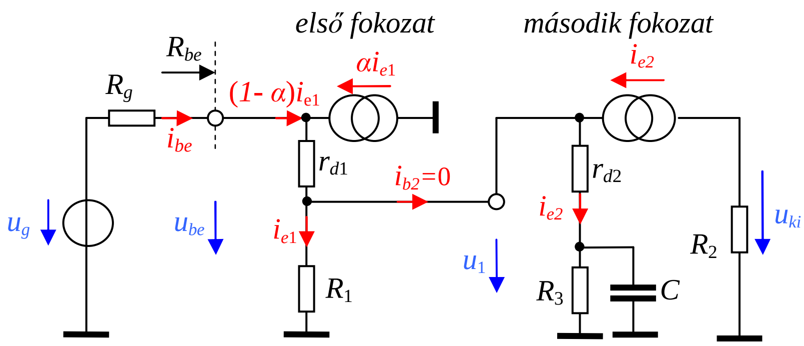
T_1 *n-p-n*, $U_{BE0} = 0{,}6$ V, $B_1 = \beta_1 = 99$ $I_{E01} = 1$ mA
T_2 *p-n-p*, $U_{EB0} = 0{,}6$ V, $B_2 = \beta_2 \to \infty$ $I_{E02} = 2$ mA
$U_t = 15$ V; $R_1 = 14{,}3$ kΩ; $R_2 = 5$ kΩ; $R_3 = 7{,}25$ kΩ;
$R_g = 10$ kΩ

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

Megoldás:

a) T_1 : Közös kollektoros (Földelt Kollektoros) kapcsolás $\boxed{FC}$
T_2 : Közös emitteres (Földelt Emitteres) kapcsolás $\boxed{FE}$

b) A_u = ? ha $C \to \infty$



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

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

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

$$A_{2\infty} = \frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384.6 \qquad \textbf{ha } C \to \infty\ . \qquad A_\infty = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_{2\infty} \boxed{= -380.8}$$

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

c) R_{be} = ?

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

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

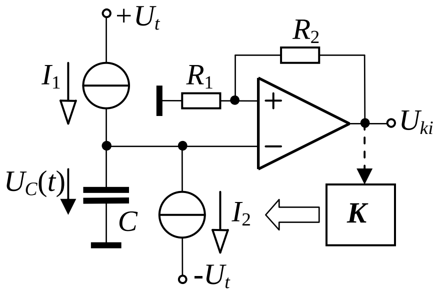
$$\boxed{A_u(s) = \frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_0 \frac{1+s/\omega_z}{1+s/\omega_p}}$$

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

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

4.) Feladat

Határozza meg az alábbi komparátoros áramkör paramétereit!



$R_1 = R_2$, $U_{kiM} = -U_{kim} = 12$ V, C=100 nF, I_1=2 mA,

a.) Milyen áramkör látható az ábrán?

b.) $U_C(t) = ?$, ha $I_{20} = 4$ mA

c.) $U_C(t) = ?$, ha $I_{20} = 8$ mA

d.) $T_{\text{periódusidő}} = ?$ ha $I_{20} = 4$ mA

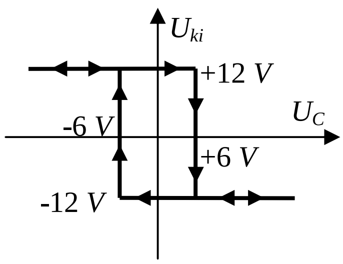
A ***K*** kapcsoló működése: $I_2 = \begin{cases} I_{20} & ha \quad U_{ki} = U_{kim} = -12V \\ 0 & ha \quad U_{ki} = U_{kiM} = +12V \end{cases}$

Megoldás:

a.) A kapcsolás egy **astabil multivibrátor** –t valósít meg.

b.) $U_C(t) = ?$, ha $I_{20} = 4$ mA

Az invertáló hiszterézises komparátor karakterisztikája:



A bemeneti komparálási szintek:

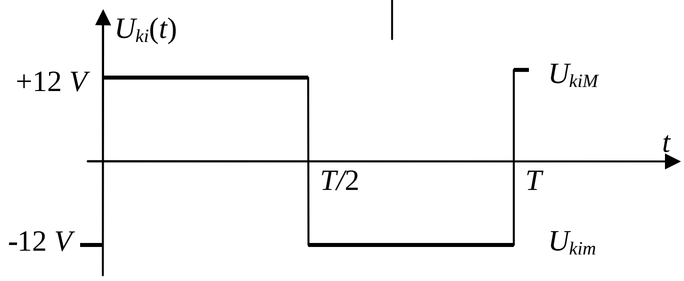
$$U_{bem} = U_{kim} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -6\ V \qquad U_{beM} = U_{kiM} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = +6\ V$$

Az első félperiódusban:

$U_{ki} = U_{kiM} = +12\ V$

$I_2 = 0, \ \rightarrow \ I_C = I_1 - I_2 \boxed{= +2\ mA}$

$$U_C(t) = U_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^t I_C(\tau)d\tau = U_{bem} + \frac{I_C t}{C} \qquad (*)$$



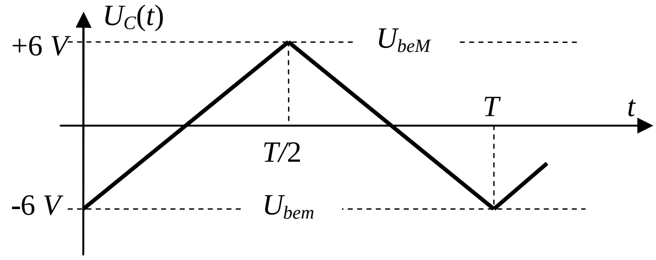
Ha U_C eléri U_{beM} értékét, akkor a a komparátor átvált és belép a második félperiódusba:

$U_{ki} = U_{kim} = -12\ V$

$I_2 = 4mA, \ \rightarrow \ I_C = I_1 - I_2 \boxed{= -2\ mA}$

(Az időt újra indítva a 2. félperiódus kezdetétől)

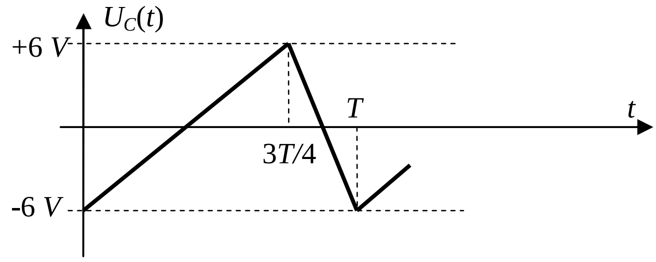
$$U_C(t) = U_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^t I_C(\tau)d\tau = U_{beM} + \frac{I_C t}{C}$$



c.) $U_C(t) = ?$, ha $I_{20} = 8$ mA

Az első "félperiódus" azonos a fentivel. A 2. "félperiódusban" a kisütő áram nagyobb ezért a kondenzátor meredekebben veszti el a töltését: $I_2 = 8mA, \ \rightarrow \ I_C = I_1 - I_2 \boxed{= -6\ mA}$

A 2. "félperiódus" ezért harmad olyan időtartamú, mint az első.



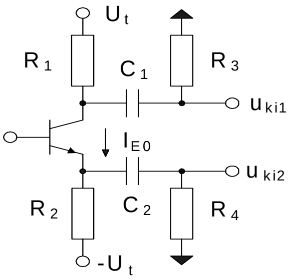
d.) $T_{\text{periódusidő}} = ?$ ha $I_{20} = 4$ mA (Lásd a **b.)** feladatot)

A t =T/2 időben a (*)-ból: $U_C(T/2) = U_{beM}$,, ezért: $U_C(T/2) = U_{bem} + \dfrac{I_C T}{2C} = U_{beM}$,

amiből:
$$T = 2C\frac{U_{beM} - U_{bem}}{I_C} = 2 * 0^{-5} \frac{12}{2 * 10^{-3}} \boxed{= 1.2\ m\sec}$$

5.) Feladat

Számítsa ki az alábbi kapcsolás kivezérelhetőségét!



$U_t = 15\,\mathrm{V}, \quad U_m = 1\,\mathrm{V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = I_{C0} = 2\,\mathrm{mA}$

a.) $U_{ki1}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$

b.) $U_{ki2}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty,$ C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

c.) $U_{ki1}^{-} = ?, \quad C_1 \to \infty,$ C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

d.) $U_{ki2}^{-} = ?,$ C_1 és C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

$R_1 = 5\,\mathrm{k\Omega}, \quad R_2 = 5\,\mathrm{k\Omega}, \quad R_3 = 5\,\mathrm{k\Omega}, \quad R_4 = 5\,\mathrm{k\Omega}$

Megoldás:

a.) $U_{ki1}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$

$R_e = R_1 + R_2 = 10\ k\Omega, \qquad U_t^{*} = 2U_t, \qquad R_v = (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_4) = 5\ k\Omega$

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

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

$$U_{ki1}^{+} = U_{ce}^{+}\frac{(R_1 \times R_3)}{R_v} = 9\frac{2.5}{5} \boxed{= 4.5\ V}$$

b.) $U_{ki2}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty,$ C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

$R_e = R_1 + (R_2 \times R_4) = 7.5\ k\Omega, \qquad U_t^{*} = U_t(1 + R_4/(R_2 + R_4)) = 22.5\ V,$

$R_v = (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_4) = 5\ k\Omega \qquad U_{CE0} = U_t^{*} - I_{C0}R_e = 22.5 - 15 = 7.5\ V$

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

$$U_{ki1}^{+} = U_{ce}^{+}\frac{(R_2 \times R_4)}{R_v} = 6.5\frac{2.5}{5} \boxed{= 3.25\ V}$$

c.) $U_{ki1}^{-} = ?, \quad C_1 \to \infty,$ C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

, $R_v = (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_4) = 5\ k\Omega \qquad U_{ce}^{-} = I_{C0}R_v = 2 * 5 = 10\ V$

$$U_{ki1}^{-} = U_{ce}^{-}\frac{(R_1 \times R_3)}{R_v} = 10\frac{2.5}{5} \boxed{= 5\ V}$$

d.) $U_{ki2}^{-} = ?,$ C_1 és C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban

$R_v = (R_1 \times R_3) + (R_2 \times R_4) = 5\ k\Omega \qquad U_{ce}^{-} = I_{C0}R_v = 2 * 5 = 10\ V$

$$U_{ki2}^{-} = U_{ce}^{-}\frac{(R_2 \times R_4)}{R_v} = 10\frac{2.5}{5} \boxed{= 5\ V}$$