

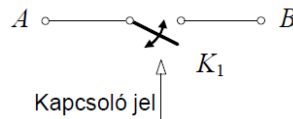
Elektronika 1.	vizsga	2015. 05. 27.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:		Neptun:						

1. feladat

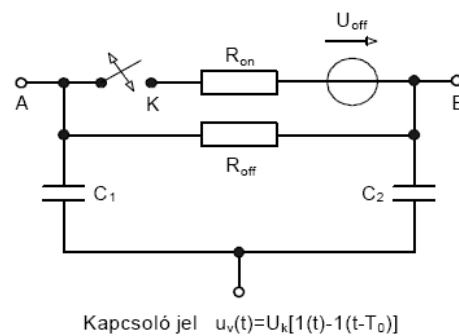
Adja meg elektronikus kapcsolók nem ideális viselkedésének számítására alkalmas lineáris, dinamikus helyettesítő képet és annak paramétereit! U_k amplitúdójú kapcsoló jel hatására U_0 egyen feszültséget ohmos ellenállásra kapcsolunk. Milyen kívánatos és nemkívánatos komponensei vannak a tranzienstnek (idő függvény, kezdő és végértékekkel)? Mitől és hogyan függ a glitch amplitúdója és lecsengésének időállandója?

Megoldás:

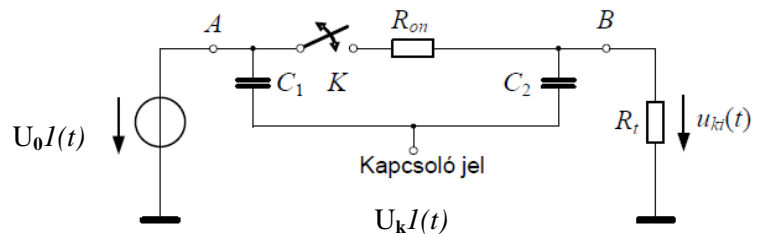
Elektronikusan vezérelt kapcsoló:



Dinamikus (frekvencia függő) modell:



Kapcsolás ohmos terhelésre:

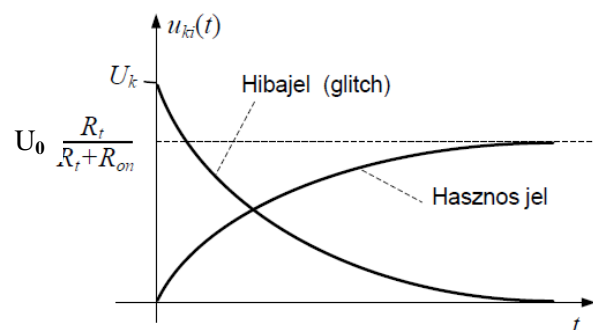


Kimeneti tranzienst:

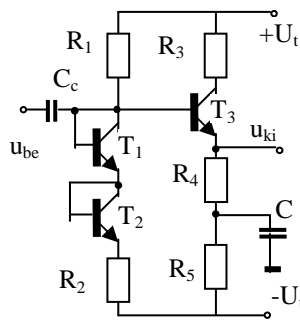
$$u_{ki}(t) = U_0 \frac{R_t}{R_t + R_{on}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + U_k e^{-\frac{t}{\tau}}$$

ahol $\tau = C_2 (R_{on} \times R_t)$

A hibajel (glitch): $U_k e^{-\frac{t}{\tau}}$



2. feladat



Az áramkör adatai:

$T_1, T_2, T_3 : U_{BE0}=0,6 \text{ V}, U_m=0,5 \text{ V}, A=1$
 $U_t = 10 \text{ V}, C_c = C = \infty, R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

a) Határozza meg a tranzisztorok munkaponti áramát, ha $R_3 = R_4 = R_5 = 2,5 \text{ k}\Omega$!

$$I_{E01} = 0,94 \text{ mA}$$

$$I_{E02} = 0,94 \text{ mA}$$

$$I_{E03} = 2 \text{ mA}$$

b) Határozza meg T_3 tranzisztor nyitó irányú kivezérelhetőségét,

ha $R_3 = R_4 = R_5 = 5 \text{ k}\Omega, I_{E03} = 1 \text{ mA}$!

$$U_{CE3}^+ = 4,5 \text{ V}$$

c) Határozza meg T_3 tranzisztor záró irányú kivezérelhetőségét,

ha $R_3 = R_4 = R_5 = 5 \text{ k}\Omega, I_{E03} = 1 \text{ mA}$!

$$U_{CE3}^- = 10 \text{ V}$$

d) Mekora a kimeneten megjelenő $U_{K\sin(\omega t)}$ szinusz maximális amplitúdója,

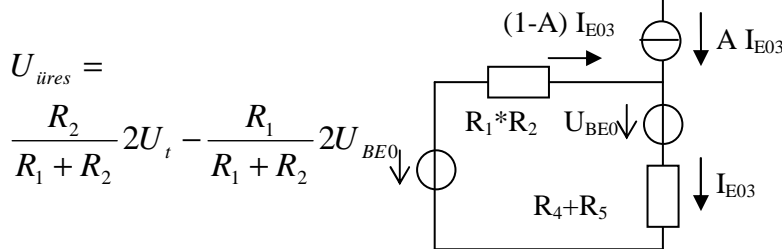
ha $R_3 = R_4 = R_5 = 5 \text{ k}\Omega, I_{E03} = 1 \text{ mA}$?

$$U_{K\max} = 2,25 \text{ V}$$

Megoldás:

a.) T_1, T_2 nyitó irányban előfeszített diódákon $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$ feszültség esik, tehát az egyenáramú helyettesítő kép

és a bázis osztó Thevenin helyettesítő képe:



$$U_{\text{üres}} =$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} 2U_t - \frac{R_1}{R_1 + R_2} 2U_{BE0}$$

$$I_{E03} = \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} 2U_t - 2U_{BE0} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - U_{BE0}}{R_4 + R_5 + (1-A) \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} \quad \left| \begin{array}{l} R_1 = R_2, A = 1 \\ \end{array} \right. = \frac{U_t}{R_4 + R_5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ mA}$$

$$\text{Mivel } T_3 \text{ bázisárama nulla (} A=1 \text{) ezért: } I_{E01} = I_{E02} = \frac{2U_t - 2U_{BE0}}{R_1 + R_2} = \frac{20 - 1,2}{20} = 0,94 \text{ mA}$$

b) T_3 egyenáramú lezárása: $R_e = R_3 + R_4 + R_5 = 15 \text{ k}\Omega \rightarrow U_{CE03} = 2 U_t - R_e I_{E03} = 5 \text{ V}$
 $U_{CE3}^+ = U_{CE03} - U_m = 4,5 \text{ V}$

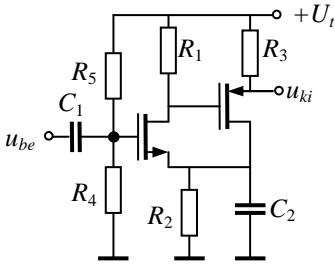
c) T_3 váltóáramú lezárása: $R_v = R_3 + R_4 = 10 \text{ k}\Omega \rightarrow U_{CE3}^- = R_v I_{E03} = 10 \text{ V}$

d.) A T_3 tranzisztor szimmetrikus kivezérelhetősége: $\min(U_{CE3}^+, U_{CE3}^-) = 4,5 \text{ V}$

$$\text{kimeneti kivezérelhetőség: } U_{ki} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_{CE3}$$

$$\text{kimeneti szinusz amplitúdója: } 4,5/2 = 2,25 \text{ V}$$

3. feladat



T_1 : n-csatornás növekményes MOS FET, $S_1 = 1 \text{ mS}$

T_2 : p-csatornás növekményes MOS FET, $S_2 = 1 \text{ mS}$

$U_t = 30 \text{ V}$, $R_1 = 11 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 4.5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_4 = R_5 = 100 \text{ k}\Omega$

a.) Milyen a visszacsatolás típusa, ha $C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$?

negatív, soros áram visszacsatolás

b.) Mennyi a feszültség erősítés, ha $C_1 = \infty$ és $C_2 = \infty$?

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -9,17$$

c.) Mekkora a bemenő ellenállás, ha $C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$?

$$R_{be} = 50 \text{ k}\Omega$$

d.) Mennyi a feszültség erősítés, ha $C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$?

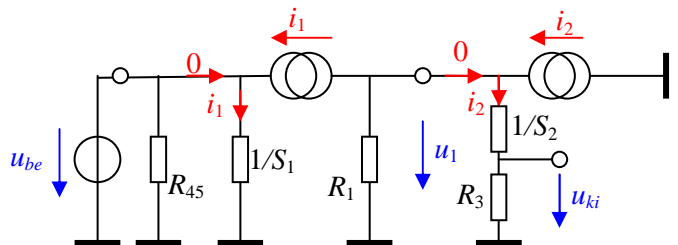
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -0,992$$

Megoldás:

a.) A visszacsatolás típusa ($C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$): *Soros, negatív áramvisszacsatolás*

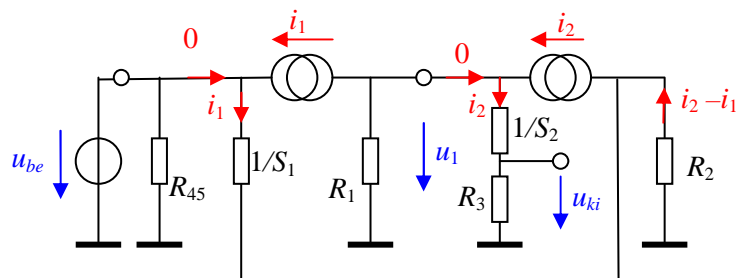
b.) $C_1 = \infty$ és $C_2 = \infty$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = (-S_1 R_1) \frac{R_3}{1/S_2 + R_3} = -11 \frac{5}{1+5} = -9.17$$



c.) $C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$

$$R_{be} = R_4 \times R_5 = R_{45} = 50 \text{ k}\Omega$$



d.) $C_1 = \infty$ és $C_2 = 0$

A felírható egyenletek: 1.) $i_2 = \frac{u_{ki}}{R_3}$

$$2.) u_1 = -R_1 i_1 = (1/S_2 + R_3) i_2$$

$$3.) u_{be} = 1/S_1 i_1 - (i_2 - i_1) R_2 = (1/S_1 + R_2) i_1 - R_2 i_2$$

A 2.)-ből: $i_1 = -\frac{1+S_2 R_3}{R_1 S_2} i_2 = -\frac{1+S_2 R_3}{R_1 S_2 R_3} u_{ki}$

Behelyettesítve ezt és az 1.)-et a 3.)-ba: $-\frac{u_{be}}{u_{ki}} = \frac{1+S_1 R_2}{S_1 R_1} \frac{1+S_2 R_3}{S_2 R_3} + \frac{R_2}{R_3} = \frac{1}{A} + \beta = \frac{1+A\beta}{A}$

Amiből: $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{A}{1+\beta A}$

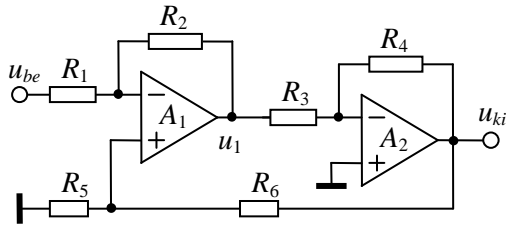
Ahol: $A = \frac{S_1 R_1}{1+S_1 R_2} \frac{S_2 R_3}{1+S_2 R_3} = \frac{R_1}{1/S_1 + R_2} \frac{R_3}{1/S_2 + R_3} = \frac{11}{1+4.5} \frac{5}{1+5} = 1.67$

$$\beta = \frac{R_2}{R_1} = \frac{4.5}{11} = 0.409$$

Végül:

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{A}{1+\beta A} = -\frac{1.67}{1+0.409 \cdot 1.67} = -0.992$$

4. feladat



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R = 10k\Omega$$

a.) Határozza meg a feszültség erősítést,

ha $R_4 = R$, $A_1 = A_2 = \infty$!

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = 0,5$$

b.) Határozza meg a feszültség erősítést,

ha $R_4 = \infty$, $A_1 = A_2 = \infty$!

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = 1$$

c.) Határozza meg a feszültség erősítést, ha $R_4 = \infty$, $A_1 = \infty$, $A_2 = A_0 = 10^5$!

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \cong 1$$

d.) Határozza meg a feszültség transzfer függvény Bode normált alakját,

ha $R_4 = \infty$, $A_1 = \infty$, $A_2 = A_2(s) = \frac{A_0}{1 + s/\omega_0}$, $\omega_0 = 10$ rad/s, $A_0 = 10^5$!

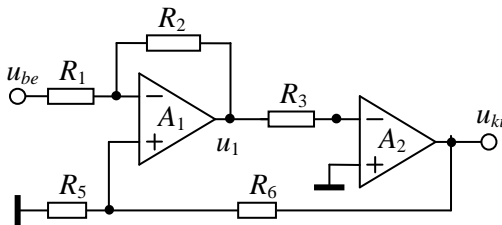
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = 1 \frac{1}{1 + \frac{s}{10^6}}$$

Megoldás:

a) Szuperpozíciót használva: $u_1 = u_{be} \left(-\frac{R_2}{R_1} \right) + u_{ki} \frac{R_5}{R_5 + R_6} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = -u_{be} + u_{ki}$

$$u_{ki} = u_1 \left(-\frac{R_4}{R_3} \right) = -u_1 = -(-u_{be} + u_{ki}) \quad \text{Amiből:} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{1}{2}$$

b) Innen kezdve $R_4 = \infty$:



Mivel: az R_3 -on folyó $i_3 = 0$, $\rightarrow u_1 = 0$
Az A_1 bemenetein lévő feszültségek egyformák (mert különbségük zérus).

$$u_{be} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = u_{ki} \frac{R_5}{R_5 + R_6} \quad \text{Amiből:} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = 1$$

c) Az a.) ponthoz hasonlóan: $u_1 = -u_{be} + u_{ki}$

A_2 invertáló bemenetén u_1 feszültség van, mert $i_3 = 0$.

$$\text{Ezzel:} \quad u_{ki} = -A_2 u_1 = -A_2 (-u_{be} + u_{ki}), \quad \text{amiből:} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{A_2}{1 + A_2} = \frac{A_0}{1 + A_0} \cong 1$$

d) Az a.) és c.) ponthoz hasonlóan: $u_1 = -u_{be} + u_{ki}$ és az A_2 invertáló bemenetén u_1 feszültség van, mert $i_3 = 0$.

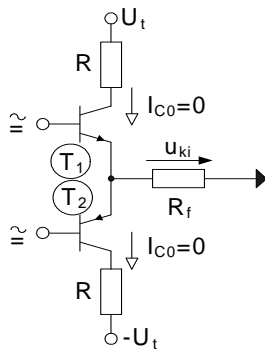
$$\text{Ezzel:} \quad u_{ki} = -A_2(s) u_1 = -A_2(s) (-u_{be} + u_{ki})$$

$$\text{Amiből:} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = \frac{A_2(s)}{1 + A_2(s)} = \frac{A_0}{1 + s/\omega_0 + A_0} = \frac{A_0}{1 + A_0} \frac{1}{1 + s/\omega_p} \cong 1 \frac{1}{1 + s/10^6}$$

$$\text{Ahol:} \quad A_{id} = 1 \quad \omega_p = (1 + A_0)\omega_0 = 10^6 \text{ rad/sec}$$

5. feladat Számítsa ki az alábbi „B” osztályú teljesítményfokozat paramétereit, ha a kimenő jelalak szimmetrikus négyszög!

$$U_t = 15 \text{ V}, \quad R_f = 14 \text{ } \Omega, \quad U_m = 1 \text{ V}, \quad A = 1$$



a.) Maximális kimeneti hatásos teljesítmény, ha $R = 0$?

$$P_{f \max} = 14 \text{ W}$$

b.) Maximális telepteljesítmény, ha $R = 0$?

$$P_{t \max} = 15 \text{ W}$$

c.) Egy tranzisztor maximális disszipációs

teljesítménye, ha $R = 0$?

$$P_{D_{1tr} \max} = 1,004 \text{ W}$$

d.) Maximális kimeneti hatásos teljesítmény, ha $R = 2 \text{ } \Omega$?

$$P_{f \max} = 10,72 \text{ W}$$

Megoldás:

U_k amplitúdójú kimenő jel: $u_{ki}(t) =$

T_1 tranzisztor árama: $i_{c1}(t) =$
 = $+U_t$ telep árama

T_1 tranzisztor feszültsége: $u_{CE1}(t) =$

Hatásos kimeneti teljesítmény: $P_f = \frac{U_k^2}{R_f}$

$+U_t$ telep teljesítmény: $P_t^+ = \frac{1}{2} \left(0 + \frac{U_t U_k}{R_f} \right)$ Telep teljesítmény: $P_t = P_t^+ + P_t^-$

T_1 tranzisztor disszipációja $P_{D1tr}(U_k) = \frac{1}{2} \left(0 + \frac{(U_t - U_k) U_k}{R_f} \right) = \frac{U_t}{2R_f} U_k - \frac{1}{R_f} U_k^2$

Maximális kimeneti amplitúdó: $U_{k \max} \Big|_{R=0} = U_t - U_m = 14 \text{ V}$

a.) Maximális kimeneti teljesítmény: $P_{f \max} \Big|_{R=0} = \frac{(U_t - U_m)^2}{R_f} = 14 \text{ W}$

b.) Maximális telep teljesítmény: $P_{t \max} \Big|_{R=0} = \frac{U_t (U_t - U_m)}{R_f} = 15 \text{ W}$

c.) Maximális tr. disszipáció: $\frac{d}{dU_k} P_{D1tr}(U_k) = 0 \rightarrow P_{D1tr \max} = \frac{U_t^2}{16R_f} = 1,004 \text{ W}$

Maximális kimeneti amplitúdó: $U_{k \max} \Big|_{R=2\Omega} = (U_t - U_m) \frac{R_f}{R + R_f} = 12,25 \text{ V}$

d.) Maximális kimeneti teljesítmény: $P_{f \max} \Big|_{R \neq 0} = \frac{(U_t - U_m)^2 R_f}{(R + R_f)^2} = 10,72 \text{ W}$