

Elektronika 1. ZH	2012. 10. 26.	1.	2.	3.	4.	5	Σ
Név:	Neptun:						

1. Milyen áramkör transzformációt jelent

- a statikus (egyenáramú) helyettesítő kép meghatározása és
- a dinamikus (gyors, váltóáramú) helyettesítő kép meghatározása,

azaz mikor, mit kell tenni a reaktáns elemekkel, a vezérelt generátorokkal és a független generátorokkal?

Válaszok:

Statikus (egyenáramú) helyettesítő képben:

- induktivitás → rövidzár
- kapacitás → szakadás
- független váltóáramú feszültség generátor → rövidzár
- független váltóáramú áramgenerátor → szakadás
- független egyenáramú feszültség és áramgenerátorok maradnak
- vezérelt feszültség és áramgenerátorok maradnak

Dinamikus (váltóáramú) helyettesítő képben:

- induktivitás → szakadás
- kapacitás → rövidzár
- független egyenáramú feszültség generátor → rövidzár
- független egyenáramú áramgenerátor → szakadás
- független váltóáramú feszültség és áramgenerátorok maradnak
- vezérelt feszültség és áramgenerátorok maradnak

2. A műveleti erősítő ideális.

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ kohm}, \quad C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$$

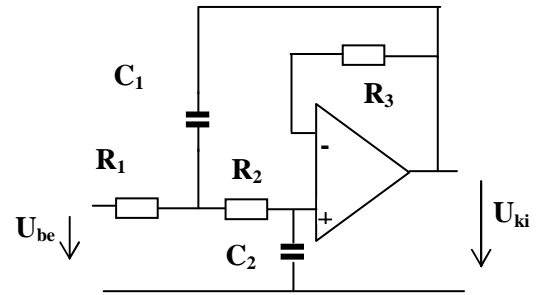
a) Egyenáramú feszültség erősítés ($U_{ki}/U_{be}(\omega=0)$) ?

b) $U_{ki}/U_{be}(s) = ?$

c) Bode-normált gyöktényező paramétereit: $\omega_0 = ?$, $\xi = ?$

d) Rajzolja fel az amplitúdó és fázis

Bode diagrammot?



Megoldás:

a) Mivel kondenzátorok szakadások, $I_+ = I_- = 0$, $U_{+-} = 0$ ezért $U_{ki} = U_{be}$, azaz $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = 1$.

$$I_{R_3} = 0 \rightarrow U_- = U_+ = U_{ki} \rightarrow I_{R_2} = I_{C_2} = sC_2 U_{ki} \rightarrow$$

$$\rightarrow U = (R_2 + \frac{1}{sC_2})sC_2 U_{ki} = (1 + sC_2 R_2)U_{ki}$$

b)

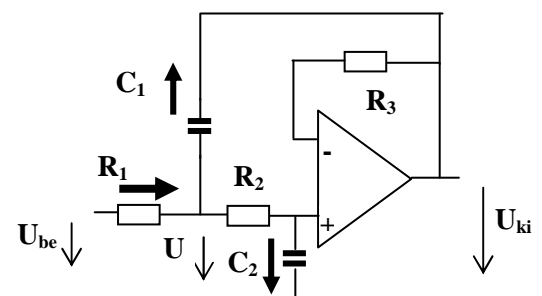
$$I_{R_1} = I_{C_1} + I_{C_2}$$

$$\frac{U_{be} - (1 + sC_2 R_2)U_{ki}}{R_1} = sC_1((1 + sC_2 R_2)U_{ki} - U_{ki}) + sC_2 U_{ki}$$

$$U_{be} = (1 + sC_2 R_2)U_{ki} + R_1(sC_1 sC_2 R_2 + sC_2)U_{ki} =$$

$$U_{be} = (1 + sC_2(R_1 + R_2) + s^2 C_1 C_2 R_1 R_2)U_{ki}$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(s) = \frac{1}{1 + sC_2(R_1 + R_2) + s^2 C_1 C_2 R_1 R_2} = \frac{1}{1 + 2\xi \frac{s}{\omega_0} + \left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2}$$



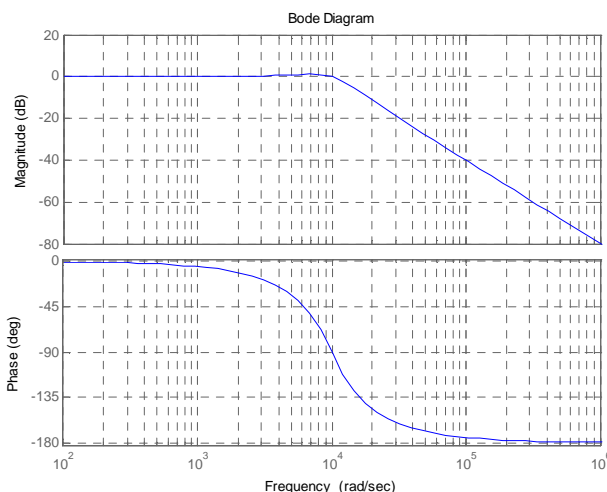
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}},$$

c)

$$2\xi \sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2} = C_2(R_1 + R_2) \rightarrow \xi = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{C_2}{C_1} \frac{R_1 + R_2}{\sqrt{R_1 R_2}}}$$

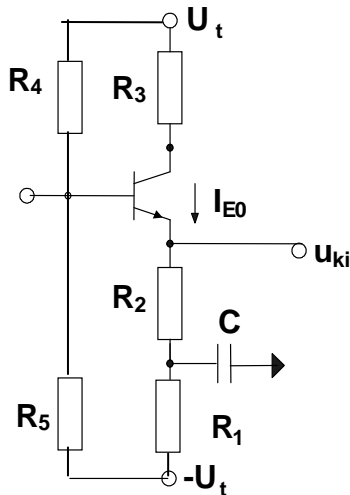
$$\omega_0 = 10 \text{ krad/s} \quad f_0 = 1.59 \text{ kHz}$$

$$\xi = 1$$



d)

3. Határozza meg az alábbi kapcsolás munkapontját és kivezérelhetőségét!



n-p-n tranzisztor:

$$U_{BE0}=0.6V \quad U_m = 1 \text{ V} ; \alpha = A = 1$$

$$U_t = 15 \text{ V} ; R_1 = 4,4 \text{ k}\Omega ; R_2 = 10 \text{ k}\Omega ; R_3 = 5 \text{ k}\Omega ;$$

$$R_4 = R_5 = 50 \text{ k}\Omega \quad C \rightarrow \infty$$

a) $I_{E0} = ?$

b) $U_{CE}^+ = ?$ (nyitó irányú kivezérelhetőség)

c) $U_{CE}^- = ?$ (záró irányú kivezérelhetőség)

d) Mekkora a kimeneten megjelenő szinusz maximális amplitúdója?

Megoldás:

a) Munkapont:

$$A=1 \rightarrow B=\infty \rightarrow \text{nincs bázis áram, } R_4=R_5 \rightarrow U_{B0}=0 \rightarrow U_{E0}=-U_{BE0}=-0.6 \text{ V}$$

$$I_{E0} = I_{C0} = \frac{-U_{E0} - (-U_t)}{R_2 + R_1} = \underline{\underline{1 \text{ mA}}}$$

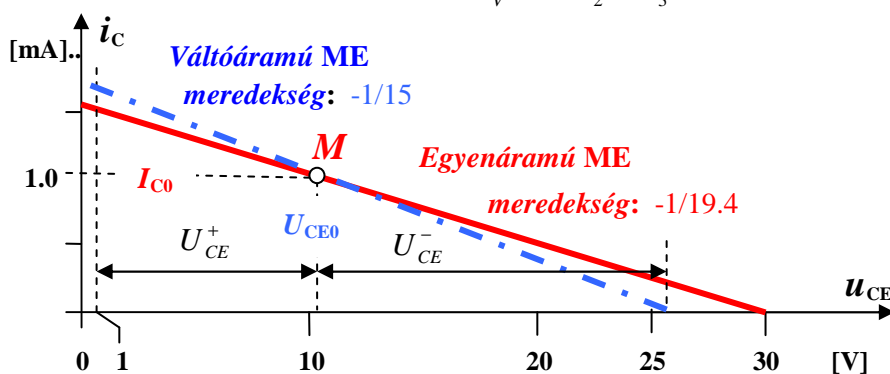
b,c) Tranzisztor kivezérelhetősége:

Egyenáramú analízis: $2U_t = U_{CE} + I_C (R_1 + R_2 + R_3)$

$$I_{C0} = I_{E0} = 1 \text{ mA} \rightarrow U_{CE0} = 2U_t - I_{E0} (R_1 + R_2 + R_3) = 30 - 1 * 19.4 = 10.6 \text{ V}$$

Az egyenáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_E} = -\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = -\frac{1}{19.4} \text{ [mS]}$

A váltóáramú munkaegyenes meredeksége: $-\frac{1}{R_v} = -\frac{1}{R_2 + R_3} = -\frac{1}{15} \text{ [mS]}$

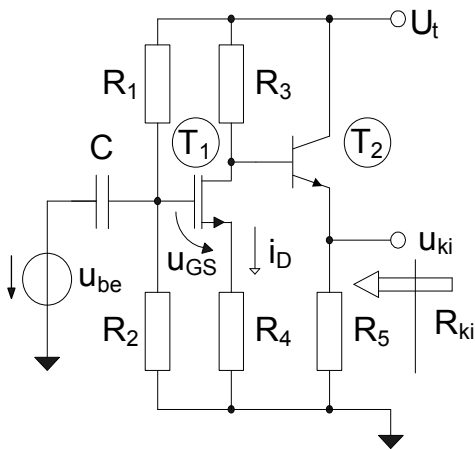


Az ábra alapján: $U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10.6 - 1 = \underline{\underline{9.6 \text{ V}}}$, $U_{CE}^- = R_v I_{C0} = 15 * 1 = 15 \text{ V}$

d.) Kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki2}^- = U_{CE}^- \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 15 \frac{10}{15} = 10 \text{ V}$ $U_{ki2}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \dots = 6.4 \text{ V}$

szimmetrikus kimeneti kivezérelhetőség: $U_{ki \max} = \min(U_{ki}^+, U_{ki}^-) = \underline{\underline{6.4 \text{ V}}}$

4. Határozza meg az alábbi kapcsolás munkapontját és kisjelű paramétereit!



T₁: n-csatornás növekményes MOS FET,

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \quad U_P = 2 \text{ V}; I_{D00} = 4 \text{ mA};$$

T₂: n-p-n tranzisztor, $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$, $B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty$

$U_t = 12 \text{ V}$;

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$;

$R_4 = 3 \text{ k}\Omega$; $R_5 = 4,2 \text{ k}\Omega$

- A T₁ és T₂ tranzisztor alapkapcsolásának típusa?
- $I_{D0} = ?$;
- $I_{E0} = ?$;
- $A_u = ?$, ha $S = 2 \text{ mS}$, $r_d = 13 \Omega$.

Megoldás:

a.) T₁: földelt SOURCE.-u (FS), T₂: földelt COLLEKTOR.-u (FC) kapcsolás.

b.) $I_{D0} = ?$ A FET G-S körére felírható hurok egyenlet:

$$U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{GS0} + I_{D0} R_4 \rightarrow U_{GS0} = U_t \frac{R_2}{R_1 + R_2} - R_4 I_{D0} = 6 - 3 I_{D0}$$

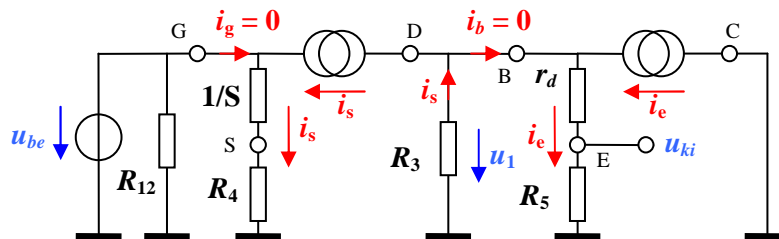
Másrészt: $I_{S0} = I_{D0} = I_{D00} \left(\frac{U_{GS0} - U_P}{U_P} \right)^2 = \frac{4}{4} (4 - 3 I_{D0})^2 \rightarrow 9 I_{D0}^2 - 25 I_{D0} + 16 = 0$

$$I_{D0} = \frac{25 - \sqrt{625 - 576}}{18} = \frac{25 - 7}{18} = 1 \text{ mA}$$

c.) $I_{E0} = ?$ $I_{D0} R_3 + U_{EB0} + I_{E0} R_5 = U_t \rightarrow I_{E0} = \frac{U_t - I_{D0} R_3 - U_{EB0}}{R_5} = \frac{8.4}{4.2} = 2 \text{ mA}$

d.) $A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, ha: $S = 2 \text{ mS}$, $r_d = 13 \Omega$

A kisjelű helyettesítő kép:



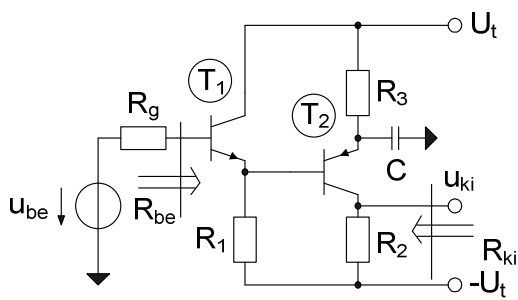
$$i_s = \frac{u_{be}}{1/S + R_4} = \frac{S u_{be}}{1 + S R_4}$$

$$u_1 = -R_3 i_s = -\frac{S R_3}{1 + S R_4} u_{be}$$

$$u_{ki} = u_1 \frac{R_5}{r_d + R_5} = \left(-\frac{S R_3}{1 + S R_4} \right) \left(\frac{R_5}{r_d + R_5} \right) u_{be}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \left(-\frac{S R_3}{1 + S R_4} \right) \left(\frac{R_5}{r_d + R_5} \right) = \left(-\frac{2 * 3}{1 + 2 * 3} \right) \left(\frac{4200}{4213} \right) = -0.8545$$

5. Határozza meg az alábbi kapcsolás kisjelű paramétereit!



T_1 n-p-n tranzisztor:

$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}, B_1 = \beta_1 = 99 \quad I_{E01} = 1 \text{ mA}$$

T_2 p-n-p tranzisztor:

$$U_{EB0} = 0,6 \text{ V}, B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty \quad I_{E02} = 2 \text{ mA}$$

$$U_t = 15 \text{ V}; R_1 = 14,3 \text{ k}\Omega; R_2 = 5 \text{ k}\Omega; R_3 = 7,25 \text{ k}\Omega; R_g = 10 \text{ k}\Omega$$

- A T_1 és T_2 tranzisztor alapkapcsolásának típusa?
- $A_u = ?$ ha $C \rightarrow \infty$
- $R_{be} = ?$ ha $C \rightarrow \infty$
- $A_u = ?$ ha $C = 0$

Megoldás:

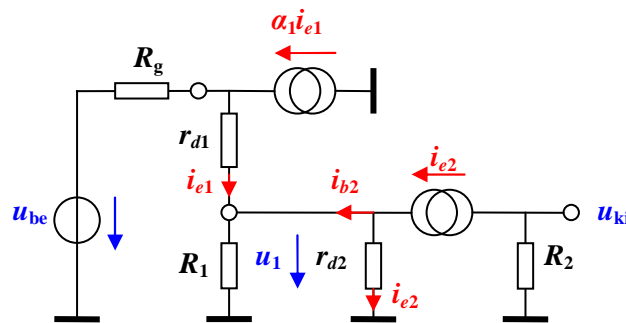
a.) *Alapkapcsolások típusai?* T_1 : Földelt kollektoros, T_2 : Földelt emitteres kapcsolás.

b.) $A_u = ?$, ha $C \rightarrow \infty$

A kisjelű helyettesítő kép:

$$r_{d1} = \frac{U_T}{I_{E01}} = \frac{26 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 26 \text{ }\Omega$$

$$r_{d2} = \frac{U_T}{I_{E02}} = \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} = 13 \text{ }\Omega$$



$$u_{be} = [(1 - \alpha_1)R_g + r_{d1} + R_1] i_{e1} \quad u_1 = R_1 i_{e1} \quad (i_{b2} = 0) \quad \alpha_1 = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} = 0,99$$

Az első fokozat erősítése:

$$\frac{u_1}{u_{be}} = \frac{R_1}{(1 - \alpha_1)R_g + r_{d1} + R_1} = \frac{14,3}{0,01 * 10 + 0,026 + 14,3} = \frac{14,3}{14,426} = 0,991$$

A második fokozat erősítése:

$$\frac{u_{ki}}{u_1} = \frac{-R_2 i_{e2}}{r_{d2} i_{e2}} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384,6$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{u_1} \frac{u_1}{u_{be}} = -384,6 * 0,991 = -381,2$$

c.) $R_{be} = ?$, ha $C \rightarrow \infty$ $R_{be} = (1 + \beta_1)(r_{d1} + R_1) = 100 * (14,3 + 0,026) = 1,43 \text{ M}\Omega$

d.) $A_u = ?$, ha $C \rightarrow 0$ r_{d2} helyett $r_{d2} + R_3$ van a hálózatban.

$$\frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{R_3 + r_{d2}} = -\frac{5000}{7250 + 13} = -0,688$$

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{u_1} \frac{u_1}{u_{be}} = -0,688 * 0,991 = -0,682$$