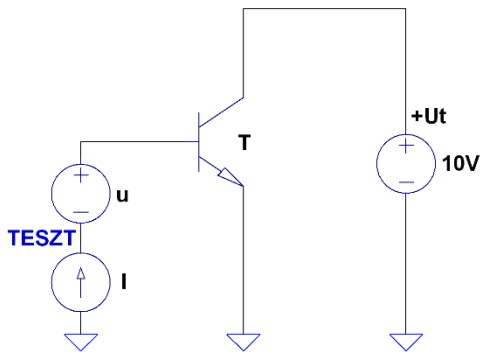


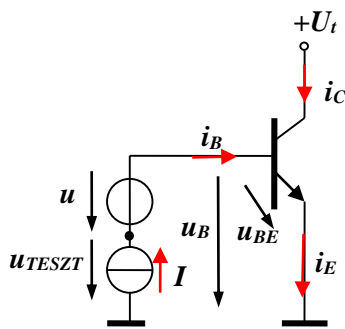
Elektronika 1. ZH	2022. 11. 7.	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
Név:	Neptun:						

1.) *Feladat.* Az ábra szerinti elrendezésben gerjesztjük a bipoláris tranzisztor bázisát I egyenáramú áramgenerátorral, $I=0,01mA$, illetve az u szinuszos feszültség generátorral, melynek amplitúdója $1mV$, frekvenciája $1kHz$. Tranzisztor paraméterek: $\beta=B=100$, $U_{BE0}=0,6V$. A tápfeszültség $10V$.



- Írja fel a *bázis* feszültségét a földhöz képest: $u_B = U_{B0} + u_b = ?$ 5p
- Írja fel a *kollektor* áramot: $i_C = I_{C0} + i_c = ?$ 5p
- Írja fel az áram és feszültség generátor közös *TESZT* pontjának feszültségét a földhöz képest: $u_{TESZT} = U_{TESZT0} + u_{teszt} = ?$ 5p
- A tápegység által leadott teljesítmény $P_{telep} = ?$ 5p

Megoldás:



A kapcsolásból adódó legerősebb kényszer a báziskörben elhelyezett egyenáramú áramgenerátor.

Ezért: $i_B = I = \text{konstans}$

A kollektor áram: $i_C = \beta i_B = 100 * 0.01 = 1mA = \text{konstans}$

Ekkor: $u_{BE} = U_{BE0} = 0.6V$ konstans.

a.) $u_B = U_{B0} + u_b \rightarrow u_B = U_{B0} = U_{BE0} = 0,6V$ $u_b = 0$

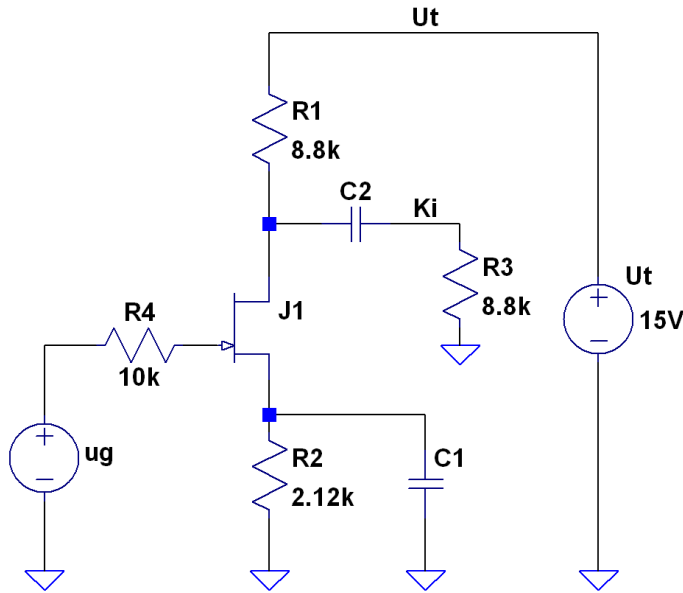
b.) $i_C = I_{C0} + i_c \rightarrow i_C = I_{C0} = 1mA$ $i_c = 0$

c.) $u_B = U_{BE0} = u + u_{TESZT} \rightarrow u_{TESZT} = U_{BE0} - u = 0,6 - 0,001 \sin(2\pi 1000t)$ [V]

d.) $P_t = U_t I_{C0} = 10 \cdot 1 = 10mW$

2.) *Feladat.* Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.

J_1 : *N* csatornás Junction FET: $U_P = -3V$, $U_i = 15V$,
 $R_1 = R_3 = 8,8k\Omega$, $R_2 = 2,12k\Omega$, $R_4 = 10k\Omega$,
 $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$,
 $I_{D0} = 1mA$, $u_g = 10mV \cos 2\pi 1000t$



- Ábrázolja a *gate* feszültségét a földhöz képest idődiagramban 5p
- Ábrázolja a *source* feszültségét a földhöz képest idődiagramban 5p
- Ábrázolja a *drain* feszültségét a földhöz képest idődiagramban 5p
- Ábrázolja a *kimeneti* feszültséget a földhöz képest idődiagramban 5p

Megoldás:

Előzetes számítások: $I_{D0} = 1mA$ és $U_{GS0} = -I_{D0}R_2 = -2.12V$

$$S = \frac{2I_{D0}}{U_{GS0} - U_P} = \frac{2}{-2,12 + 3} = \frac{2}{0,88} = 2,273 \text{ mS}$$

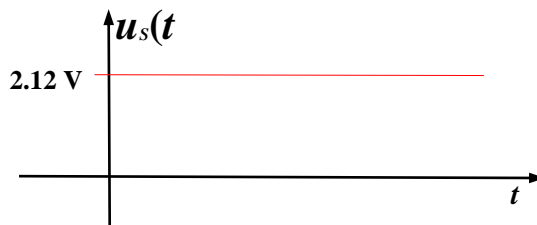
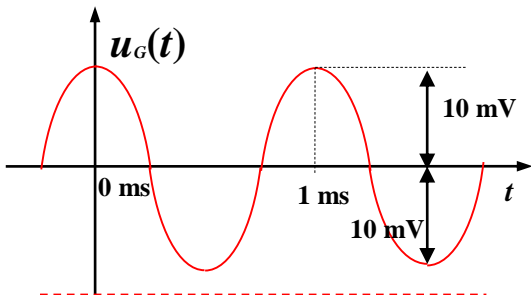
$$A = \frac{u_{ki}}{u_g} = -S(R_1 \times R_3) = -2,273 \cdot 4,4 = -10$$

$$U_{ki} = |A|U_g = 100 \text{ mV}$$

$$U_{D0} = U_i - I_{D0}R_1 = 15 - 1 \cdot 8,8 = 6,2 \text{ V}$$

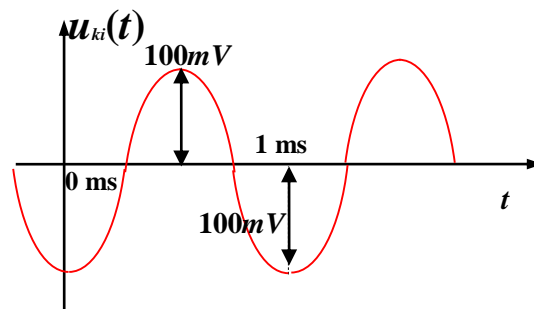
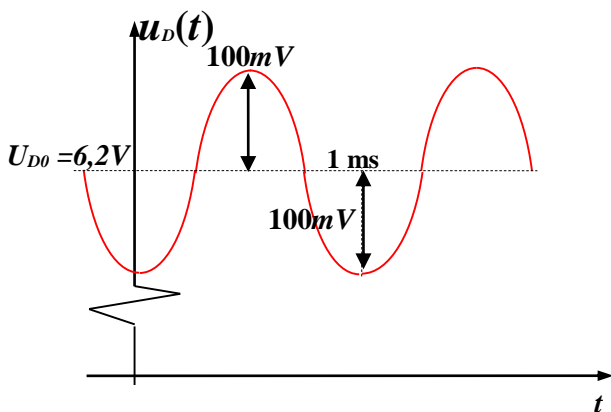
a.) $u_G(t) = u_g(t) = 10 \cos(2\pi 1000t) \text{ mV}$

b.) $u_S(t) = I_{D0}R_2 = 2.12 \text{ V}$

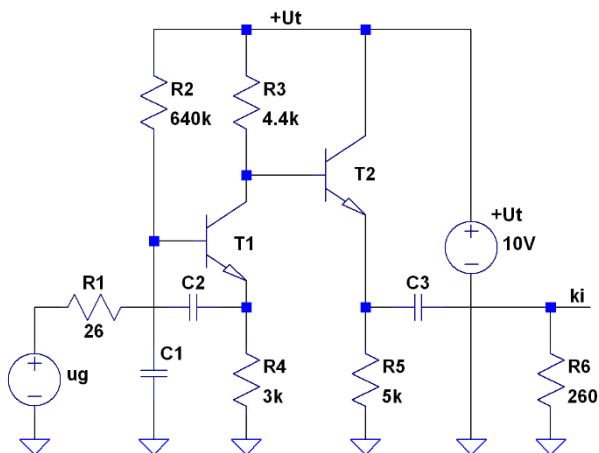


c.) $u_D(t) = U_{D0} - U_{ki} \cos(2\pi 1000t)$

d.) $u_{ki}(t) = -U_{ki} \cos(2\pi 1000t)$



3.) Feladat. Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.



T_1 : NPN tranzisztor: $\beta=B=99$, $U_{BE0}=0,6V$

T_2 : NPN tranzisztor: $\beta=B \rightarrow \infty$, $U_{BE0}=0,6V$

$C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, $C_3 \rightarrow \infty$, $U_t=10V$, u_g szinuszos feszültség generátor

$R_1=26\Omega$, $R_2=640k\Omega$, $R_3=4,4k\Omega$, $R_4=3k\Omega$, $R_5=5k\Omega$, $R_6=260\Omega$

a.) A tranzisztorok alapkapcsolásának típusai 5p

b.) A kimeneti feszültség kivezérlés nélküli értéke: $U_{ki0} = ?$ 5p

c.) Az $\frac{u_{ki}}{u_g}$ feszültség átviteli függvény értéke dB-ben? 5p

d.) A C_3 kapacitáson mérhető feszültség $U_{C_3} = ?$ 5p

Megoldás:

a.) az első fokozat: földelt bázisú
a második fokozat: földelt kollektoros

b.) C_3 miatt: $U_{ki0} = 0V$

c.)

Munkapont számítás: $A_1 = \alpha_1 = \frac{B_1}{1 + B_1} = 0.99$

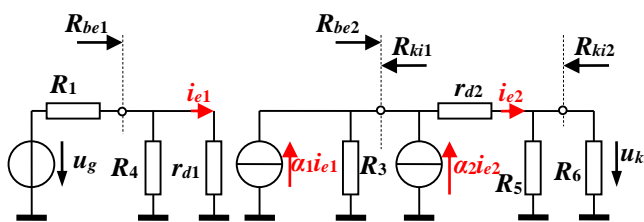
$$U_t = (1 - A_1)I_{E01}R_2 + U_{BE0} + I_{E01}R_4$$

$$I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{R_4 + (1 - A_1)R_2} = \frac{10 - 0.6}{3 + 6.4} = 1 \text{ mA}$$

$$U_t = A_1 I_{E01} R_3 + U_{BE0} + I_{E02} R_5$$

$$I_{E02} = \frac{U_t - U_{BE0} - A_1 I_{E01} R_3}{R_5} = \frac{10 - 0.6 - 4.357}{5} \cong 1 \text{ mA}$$

$$r_{d1} = r_{d2} = \frac{26mV}{1mA} = 26 \Omega$$



Földelt bázisú fokozat:

$$R_{be1} = r_{d1} \times R_4 = 0.026 \times 3 \cong r_{d1} = 26 \Omega$$

$$A_{i1} = \alpha_1 \frac{R_3}{r_{d1}} = 0.99 \frac{4.4}{0.026} \cong 167.5$$

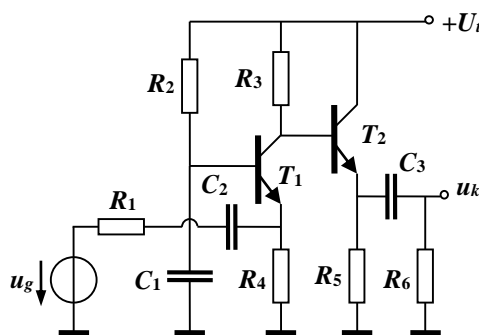
$$R_{ki1} = R_3 = 4.4 \text{ k}\Omega$$

$$L_{be} = \frac{R_{be1}}{R_1 + R_{be1}} = \frac{26}{26 + 26} \cong 0.5$$

$$L_{12} = \frac{R_{be2}}{R_{ki1} + R_{be2}} = 1 \quad L_{ki} = \frac{R_6}{R_{ki2} + R_6} = \frac{260}{286} \cong 0.91$$

$$\frac{u_{ki}}{u_g} = L_{be} A_{i1} L_{12} A_{i2} L_{ki} = 0.5 \cdot 167.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.91 = 76.2 \quad a = 20 \lg \frac{u_{ki}}{u_g} = 20 \lg 76.2 = 37.6 \text{ dB}$$

d.) $U_{C3} = U_{E02} - U_{ki0} = I_{E02} R_5 - U_{ki0} = 5 - 0 = 5 \text{ V}$



Földelt kollektoros fokozat:

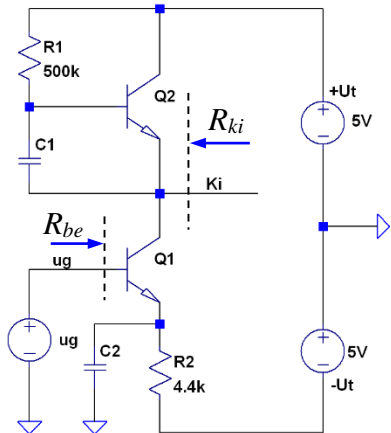
$$R_{be2} = \infty \quad (\text{zérus bázisáram})$$

$$A_{i2} = \frac{R_5}{r_{d2} + R_5} = \frac{5000}{5026} \cong 1$$

$$R_{ki2} = R_5 \times r_{d2} \cong r_{d2} = 26 \Omega$$

4.) Feladat. Határozza meg az ábra szerinti áramkör paramétereit.

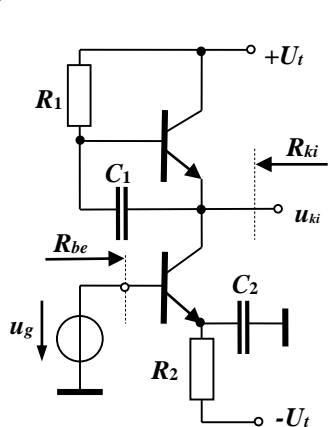
Q_1, Q_2 : egyforma NPN tranzisztorok: $\beta=B \rightarrow 200$, $U_{BE0}=0.6V$, $y_{oe}=10\mu Mho$
 $U_t=5V$, $R_1=500k\Omega$, $R_2=4.4k\Omega$,
 $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$, u_g szinuszos feszültség generátor



Kérdések:

- a.) A kimeneti feszültség kivezélés nélküli értéke: $U_{ki0} = ?$ 5p
 b.) Rajzolja fel a lineáris váltóáramú helyettesítőképet a tranzisztorok r_o ellenállásait is feltüntetve 5p
 c.) Feszültség erősítés: $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ 5p
 d.) Mekkora a be-, illetve kimenő ellenállás, $R_{be} = ?$, $R_{ki} = ?$ 5p

Megoldás:



$$a.) I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE01}}{R_2} = \frac{5 - 0.6}{4.4} = 1 \text{ mA}$$

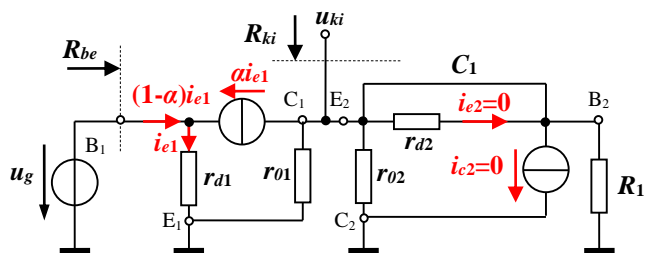
$$U_{ki0} = U_t - I_{E01} \frac{B}{1+B} \frac{1}{1+B} R_1 - U_{BE0} = 5 - 1 \frac{200}{201} \frac{1}{201} 500 - 0.6 = 1.92 \text{ V}$$

$$b.) r_{d1} = \frac{26mV}{1mA} = 26\Omega$$

$$r_o = r_{o1} = r_{o2} = \frac{1}{y_{oe}} = \frac{1}{10\mu S} = 100k\Omega$$

$$R_{C1} = r_{o1} \times r_{o2} \times R_1 = 100 \times 100 \times 500 = 45,45k\Omega$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{200}{1+200} = 0,995$$

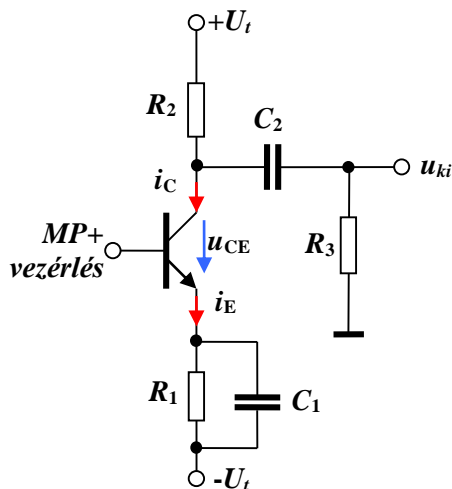


$$c.) \frac{u_{ki}}{u_g} = -\alpha \frac{R_{C1}}{r_{d1}} = -0.995 \frac{45,45}{0,026} = -1740$$

$$d.) R_{be} = \frac{u_g}{i_{be}} = \frac{i_{e1} r_{d1}}{(1-\alpha) i_{e1}} = (1+\beta) r_{d1} = 201 * 0.026 = 5.23 \text{ k}\Omega$$

$$R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}} = R_{C1} = 45.45 \text{ k}\Omega$$

5.) Feladat. Az ábrán látható áramkör adatai:



$$U_t = 15 \text{ V}, \quad U_m = 0,5 \text{ V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = 1 \text{ mA}$$

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

- Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét maximális szinuszos kimenő jel esetén, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$
- Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét maximális szinuszos kimenő jel esetén, ha $C_1 \rightarrow \infty$, C_2 helyett rövidzár van a kapcsolásban
- Rajzolja fel az u_{ki} pont feszültség-idő függvényét maximális szinuszos kimenő jel esetén, ha C_1 -et kivesszük a kapcsolásból és $C_2 \rightarrow \infty$
- Mekkora a tranzisztor maximális kollektor-emitter feszültsége teljes kivezérléskor, ha $C_1 \rightarrow \infty$, $C_2 \rightarrow \infty$?

Megoldás:

$$a.) \quad R_e = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega \quad R_v = R_2 \times R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t - I_E R_e = 30 - 1 \cdot 20 = 10 \text{ V}$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0,5 = 9,5 \text{ V} = U_{ki}^+$$

$$U_{CE}^- = I_{CE0} R_v = 1 \cdot 5 = 5 \text{ V} = U_{ki}^-$$

$$b.) \quad R_e = R_1 + R_2 \times R_3 = 15 \text{ k}\Omega \quad R_v = R_2 \times R_3 = 5 \text{ k}\Omega$$

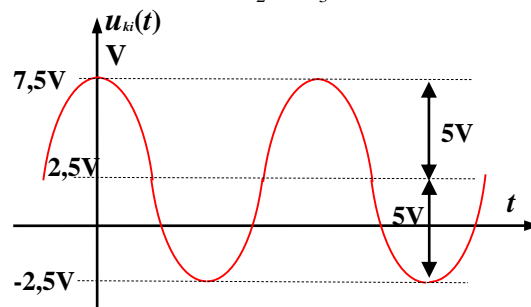
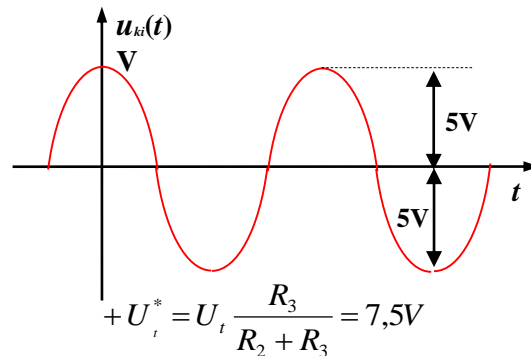
$$U_t^* = +U_t - (-U_t) = 22,5 \text{ V}$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{E0} R_e = 22,5 - 1 \cdot 15 = 7,5 \text{ V}$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 7,5 - 0,5 = 7 \text{ V} = U_{ki}^+$$

$$U_{CE}^- = I_{CE0} R_v = 1 \cdot 5 = 5 \text{ V} = U_{ki}^-$$

$$U_{ki0} = +U_t - I_{E0} (R_2 \times R_3) = 7,5 - 1 \cdot 5 = 2,5 \text{ V}$$



$$c.) \quad R_e = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega \quad R_v = R_1 + R_2 \times R_3 = 15 \text{ k}\Omega$$

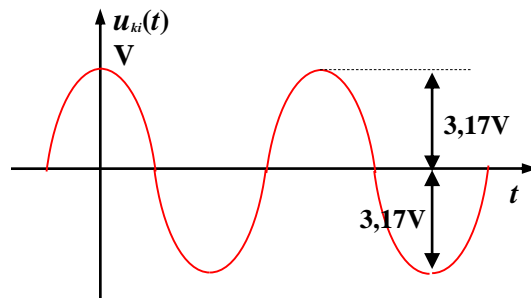
$$U_{CE0} = U_t - I_{E0} R_e = 30 - 1 \cdot 20 = 10 \text{ V}$$

$$U_{CE}^+ = U_{CE0} - U_m = 10 - 0,5 = 9,5 \text{ V}$$

$$U_{CE}^- = I_{CE0} R_v = 1 \cdot 15 = 15 \text{ V}$$

$$U_{ki}^+ = U_{CE}^+ \frac{R_2 \times R_3}{R_2 \times R_3 + R_1} = 9,5 \frac{5}{5 + 10} = 3,17 \text{ V}$$

$$U_{ki}^- = U_{CE}^- \frac{R_2 \times R_3}{R_2 \times R_3 + R_1} = 15 \frac{5}{5 + 10} = 5 \text{ V}$$



$$d.) \quad U_{CE0} = 10 \text{ V} \quad U_{CE}^- = 5 \text{ V} \quad U_{CEmax} = U_{CE0} + U_{CE}^- = 10 + 5 = 15 \text{ V}$$

Képletgyűjtemény

$$r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} \quad i_E = I_{S0} \left(e^{\frac{u_{BE}}{U_T}} - 1 \right) \quad S = \frac{2}{|U_P|} \sqrt{I_{D0} I_{D00}}$$

$$i_D = I_{D00} \left(\frac{u_{GS} - U_P}{U_P} \right)^2 \quad S = \frac{2I_{D0}}{U_{GS0} - U_P}$$

$$A = \frac{B}{1+B} \quad \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \quad B = \frac{A}{1-A} \quad \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad 1-\alpha = \frac{1}{1+\beta}$$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}}, \quad R_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}}, \quad u_{be} = 0$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = \alpha \frac{R_C}{r_d} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_C}{r_d} \quad \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{R_E}{r_d + R_E}$$

$$r_o = \frac{1}{y_{oe}}$$

$$[g_{ce}] = [y_{oe}] = [h_{oe}] = \frac{A}{V} = S = mho$$