

| Elektronika 1. | Vizsga | 2022. 01. 14. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5 | Σ | IMSC |
|----------------|--------|---------------|----|----|----|----|---|----------|------|
| Név: | | Neptun: | | | | | | | |

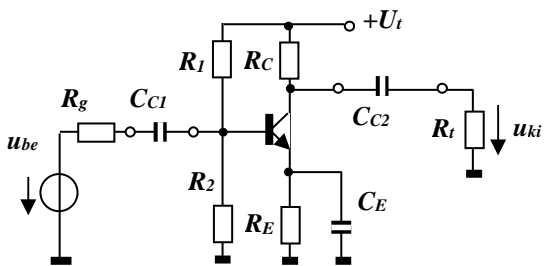
1. feladat

Rajzolja le az R_g generátor ellenállású meghajtó fokozat és az R_t ellenállású terhelés között működő, mind a bemeneten mind a kimeneten kapacitív csatolású, egytelepes (pozitív telepfeszültségű) munkapont beállítással, alábbi erősítőket:

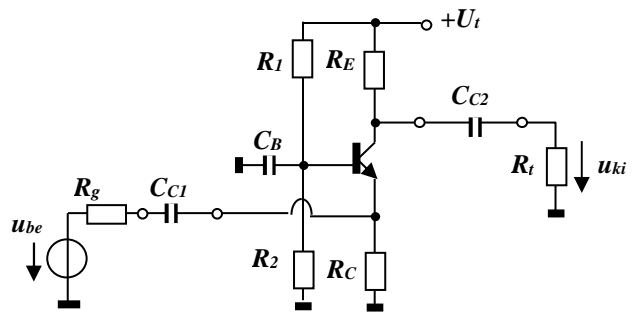
- npn földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- npn földelt bázisú erősítő
- pnp földelt emitteres erősítő, hidegítő kondenzátorral átblokkolt emitter ellenállással
- pnp földelt bázisú erősítő

Megoldás:

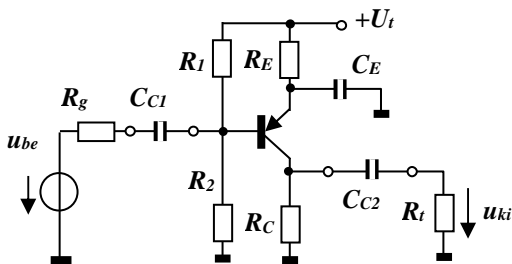
npn földelt emitteres erősítő:



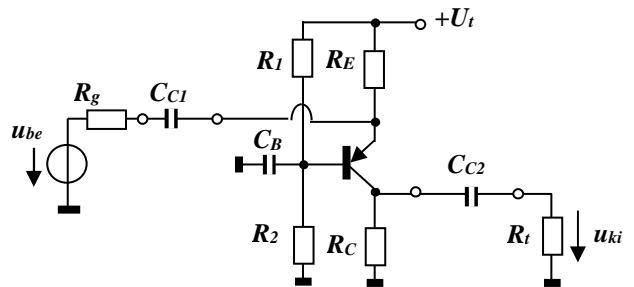
npn földelt bázisú erősítő:



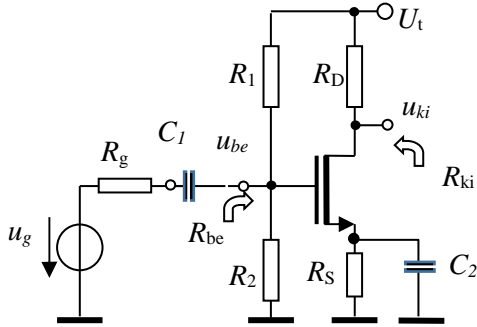
pnp földelt emitteres erősítő:



pnp földelt bázisú erősítő:



2. feladat



$$R_1 = R_2 = 60 \text{ k}\Omega, R_D = 4 \text{ k}\Omega, R_S = 2 \text{ k}\Omega, R_g = 10 \text{ k}\Omega, U_t = 12 \text{ V}, C_1 = 0,1 \mu\text{F}, C_2 = 0,6 \mu\text{F},$$

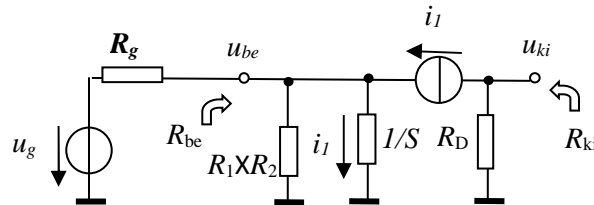
A tranzisztor : n csatornás növekményes MOS FET paramétereit: $U_P = 2 \text{ V}$, $I_{D00} = 1 \text{ mA}$, $C_{GS} = 8 \text{ pF}$, $C_{GD} = 4 \text{ pF}$ munkaponti árama: $I_{D0} = 1 \text{ mA}$.

- a.) Határozza meg a tranzisztor munkaponti meredekségét, rajzolja le az erősítő közép frekvenciás, kisjelű, lineáris, frekvencia független helyettesítő képét!
- b.) Határozza meg az erősítő R_{be} , R_{ki} és u_{ki}/u_{be} **közép frekvenciás** paramétereit!
- c.) Rajzolja le az erősítő **kis frekvenciás**, kisjelű, lineáris helyettesítő képét! Határozza meg az u_{ki}/u_g feszültségerősítés 3-dB-es alsó határfrekvenciáját! $\omega_{alsó} = ?$
- d.) Rajzolja le az erősítő **nagy frekvenciás**, kisjelű, lineáris helyettesítő képét! Határozza meg az u_{ki}/u_g feszültségerősítés 3-dB-es felső határfrekvenciáját! $\omega_{felső} = ?$

Megoldás:

- a.) Közép frekvencia:

$$S = 2 \sqrt{\frac{I_{D0} I_{D00}}{|U_P|}} = 1 \text{ mS},$$

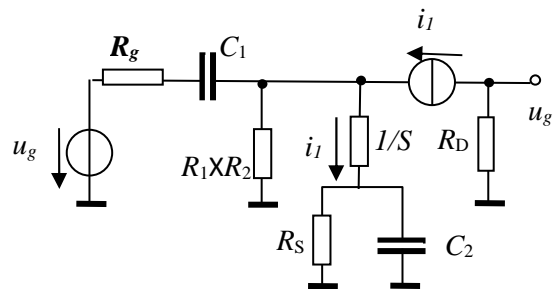


- b.) $R_{be} = R_1 \times R_2 = 30 \text{ k}\Omega$ $R_{ki} = R_D = 4 \text{ k}\Omega$ $u_{ki}/u_{be} = -SR_D = -4$

- c.) Kis frekvencia:

$$\omega_{alsó} = \max \left\{ \frac{1}{(R_g + R_1 \times R_2) C_1}, \frac{1}{\left(R_S \times \frac{1}{S}\right) C_2} \right\} =$$

$$\omega_{alsó} = \max \left\{ \frac{1}{(40 \cdot 10^3) 10^{-7}}, \frac{1}{\left(\frac{2}{3} \cdot 10^3\right) 6 \cdot 10^{-7}} \right\} = \max \{250, 2500\} = 2500 \text{ rad/sec} = 398 \text{ Hz}$$

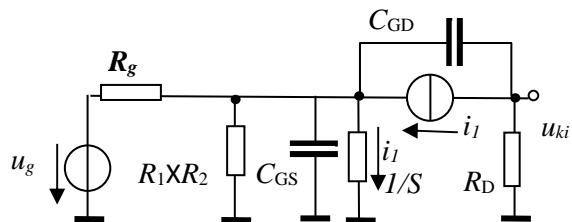


- d.) Nagy frekvencia:

C_{GD} : Miller hatás:

$$\omega_{felső} = \min \left\{ \frac{1}{(R_g \times R_1 \times R_2) \left((1 + SR_D) C_{GD} + C_{GS} \right)}, \frac{1}{R_D C_{GD}} \right\} = \min \left\{ \frac{1}{7,5(5 \cdot 4 + 8)}, \frac{1}{4 \cdot 4} \right\} 10^9 =$$

$$= 4,76 \text{ Mrad/s} = 0,758 \text{ MHz}$$

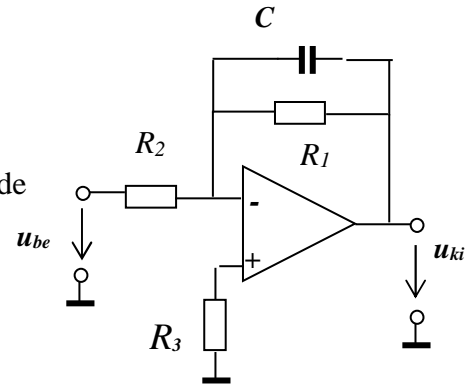


3. feladat

A műveleti erősítő ideális.

$R_1 = 20 \text{ kohm}$, $R_2 = R_3 = 10 \text{ kohm}$, $C = 10 \text{ nF}$.

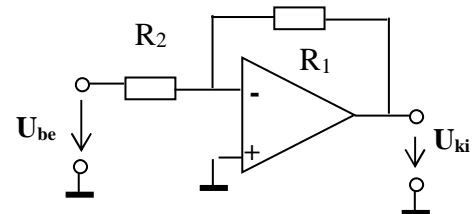
- a) Mekkora az u_{ki}/u_{be} feszültség erősítés egyenáramon?
- b) Adja meg az $u_{ki}/u_{be}(s)$ transzfer függvény Bode normált gyöktényező alakját és rajzolja fel a töréspontos amplitúdó Bode diagrammot, számszerűen adja meg a törésponti frekvenciát, továbbá a dB szint és a meredekség értékeket!
- c) Mekkora a munkaponti kimeneti hiba-feszültség ($U_{ki0} = ?$), ha figyelembe vesszük a műveleti erősítő bemeneti, szimmetrikus $I_B^+ = I_B^- = I_{BIAS} = 20 \mu A$ munkaponti bázisáramait?
- d) Mekkora legyen R_3 értéke ahhoz, hogy a műveleti erősítő bemeneti, szimmetrikus $I_B^+ = I_B^- = I_{BIAS} = 20 \mu A$ bázisárama ne okozzon kimeneti nullpont-hibát?



Megoldás:

- a) Az egyenáramú helyettesítő kép (R_3 -on nem folyik áram):

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = -\frac{R_1}{R_2} = -2$$

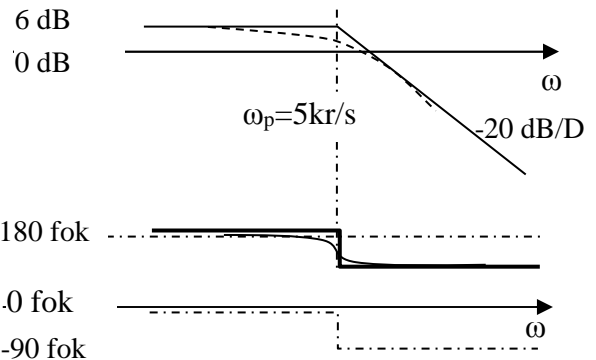


b) $Z_{RC}(s) = R_1 \times \frac{1}{sC} = \frac{R_1}{1 + sR_1C}$

$$\frac{U_{ki}(s)}{U_{be}} = -\frac{Z_{RC}(s)}{R_2} = -\frac{R_1}{R_2} \frac{1}{1 + sR_1C} = K_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

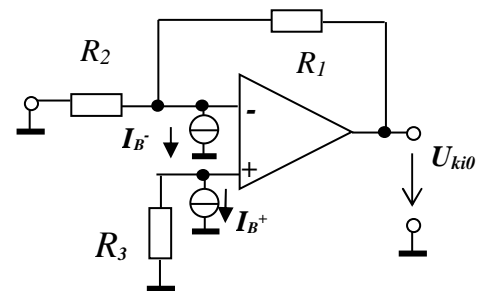
ahol $K_0 = -\frac{R_1}{R_2} = -2,$

$$\omega_p = \frac{1}{R_1C} = \frac{1}{20^4 \cdot 10^{-8}} \text{ r/s} = 5 \text{ krad/s,}$$



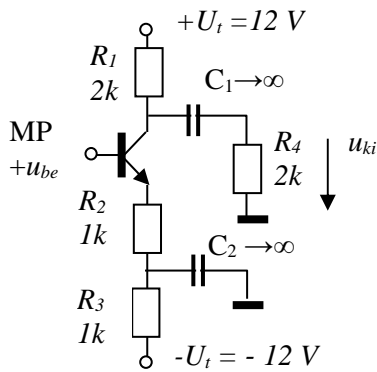
- c) Szuperpozíció:

$$U_{ki0} = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) (-R_3 I_B^+) + R_1 I_B^- = \left(R_1 - R_3 \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) I_{BIAS} = -10 \cdot 20 = -0,2V$$



d) $U_{ki0} = 0 \rightarrow \left(R_1 - R_3 \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) = 0 \quad R_3 = R_1 \times R_2 = 6,67 \text{ kohm}$

4. feladat



A tranzisztor adatai: $A=\alpha=1$, $I_{E0} = 3 \text{ mA}$, $U_m = 1 \text{ V}$, $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$.

- A kimeneti karakterisztika síkján léptékhelyesen rajzolja be a munkapontot, az egyenáramú és a váltóáramú munkaegyeneseket!
- Határozza meg a tranzisztor nyitó- és záróirányú kivezérelhetőségét! $U_{CE}^+ = ?$ $U_{CE}^- = ?$
- Szinuszos u_{ki} jelalakot feltételezve, az R_4 ellenálláson mekkora lehet a maximális hatásos teljesítmény? $P_{4max} = ?$
- Határozza meg a kisjelű, váltóáramú feszültségérsítés értékét! $u_{ki} / u_{be} = ?$

Megoldás:

- a.) Egyenáram:

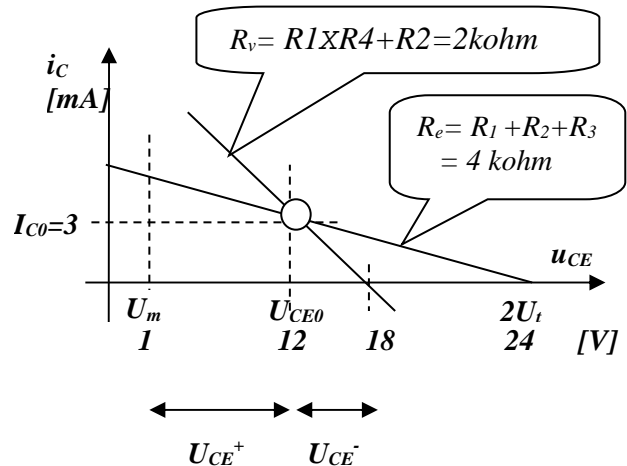
$$u_{CE} = 2U_t - (R_1 + R_2 + R_3) i_C$$

$$R_e = 4 \text{ kohm}$$

Váltóáram:

$$\Delta u_{CE} = 2U_t - (R_1 \times R_4 + R_2) \Delta i_C$$

$$R_v = 2 \text{ kohm}$$



- b.) $U_{CE}^+ = \dots = 11 \text{ V}$, $U_{CE}^- = 6 \text{ V}$

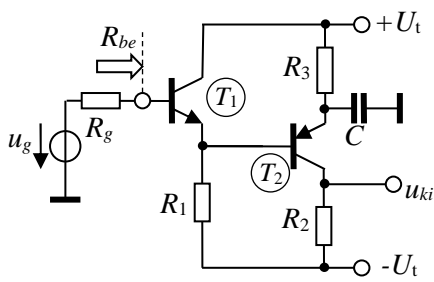
- c.) Kimeneti leosztás R_4 ellenállásra: $K = \frac{R_1 \times R_4}{R_1 \times R_4 + R_2} = 0.5$

Kimeneti max. szinuszos fesz. amplitúdó: $U_{4max} = K \min\{U_{CE}^+, U_{CE}^-\} = 3 \text{ V}$

$$P_{4max} = \frac{U_{4max}^2}{2R_4} = 2,25 \text{ mW}$$

- d.) $r_d = \frac{U_T}{I_{E0}} = \frac{26}{3} = 8,67 \text{ ohm}$ $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\alpha \frac{R_1 \times R_4}{r_d + R_2} = -\frac{1,000}{1,00867} = -1$

5. feladat



T_1 $n-p-n$, $U_{BE0} = 0,6$ V, $B_1 = \beta_1 = 99$

T_2 $p-n-p$, $U_{EB0} = 0,6$ V, $B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty$

$U_t = 15$ V; $R_1 = 14,3$ k Ω ; $R_2 = 5$ k Ω ; $R_3 = 7,55$ k Ω ; $C = \infty$
 $R_g = 10$ k Ω

a) A T_1 és T_2 tranzisztorok alapkapsolásainak típusai?

b) Határozza meg a tranzisztorok munkaponti áramát!

$$I_{E01} = ? \quad I_{E02} = ?$$

c) Mekkora a váltóáramú, kisjelű erősítés? $A_u = u_{ki}/u_g = ?$

d) Határozza meg az erősítő bemenő ellenállását! $R_{be} = ?$

Megoldás:

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

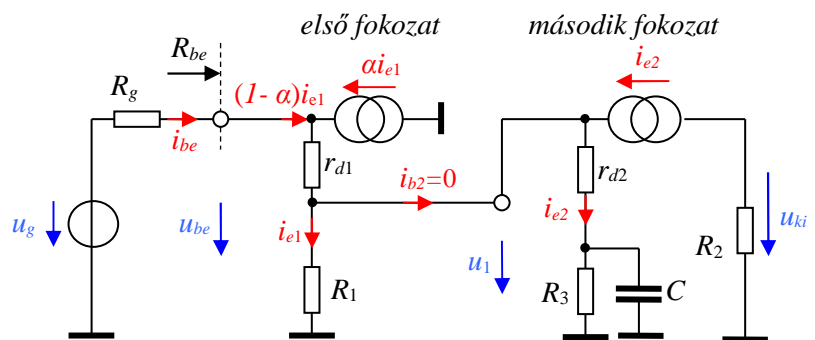
$$b) \quad U_t = R_g(1-A)I_{E01} + U_{BE0} + R_1I_{E01} \quad \rightarrow \quad I_{E01} = \frac{U_t - U_{BE0}}{(1-A)R_g + R_1} = \dots = 1\text{mA}$$

$$U_t - (-U_t) = R_3I_{E02} + U_{EB0} + R_1I_{E01} \quad \rightarrow \quad I_{E02} = \frac{2U_t - R_1I_{E01} - U_{EB0}}{R_3} = \dots = 2\text{mA}$$

c) $A_u = ?$ ha $C \rightarrow \infty$

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

$$\alpha = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} = 0,99$$



$$A_1 = \frac{u_1}{u_g} = \frac{R_1}{(1-\alpha)R_g + r_{d1} + R_1} = \frac{14,3}{0,1 + 0,026 + 14,3} = 0,99$$

$$A_2 = \frac{u_{ki}}{u_1} = -\frac{R_2}{r_{d2}} = -\frac{5000}{13} = -384,6 \quad \text{ha } C \rightarrow \infty. \quad A = \frac{u_{ki}}{u_g} = A_1 A_2 = -380,8$$

d) $R_{be} = ?$

$$R_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = (1 + \beta)(r_{d1} + R_1) = 1432,6 \text{ k}\Omega \approx 1,43 \text{ M}\Omega$$