

8. TÉMA

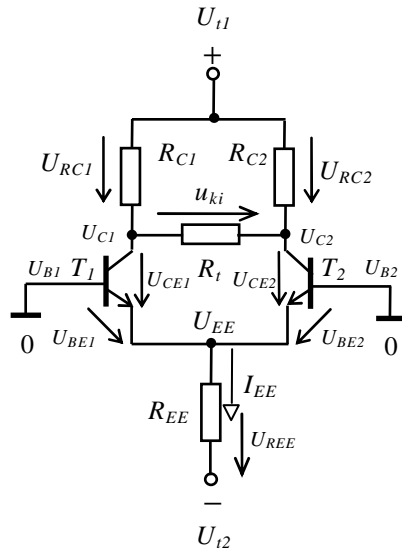
ELEKTRONIKA

Differenciaerősítő kapcsolások

Feladatok megoldása

1. Határozza meg a 2. ábrán látható differenciaerősítő kapcsolás munkaponti adatait:

- az I_{EE} közös emitteráram értékét
- az $I_{C1} = I_{C2} = I_C$ kollektoráram értékét
- az $R_{C1} = R_{C2} = R_C$ kollektorellenállás értékét
- a tranzisztorok kollektor kivezetéseinek U_{C1} és U_{C2} munkaponti feszültségét
- a tranzisztor $U_{CE1} = U_{CE2} = U_{CE}$ kollektor-emitter feszültségét!



Adatok:

$$\begin{aligned} U_{t1} &= 10 \text{ V} \\ U_{t2} &= -10 \text{ V} \\ U_{BE1} &= U_{BE2} = U_{BE} = 0,55 \text{ V} \\ B = \beta &= 250 \\ R_{EE} &= 45 \text{ k}\Omega \\ U_{RC1} &= U_{RC2} = U_{RC} = 5,5 \text{ V} \end{aligned}$$

2. ábra.

$$\begin{aligned} U_{B1} &= U_{B2} \cong 0 \\ U_{EE} &= U_B - U_{BE} = 0 - 0,55 = -0,55 \text{ V} \\ U_{REE} &= U_{EE} - (-U_{t2}) = -0,55 - (-10) = 9,45 \text{ V} \\ I_{EE} &= \frac{U_{REE}}{R_{EE}} = \frac{9,45}{45 \cdot 10^3} = 0,21 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$I_{EE} = 0,21 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = I_C = \frac{I_{EE}}{2} = \frac{0,21 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,105 \text{ mA}$$

$$I_C = 0,105 \text{ mA}$$

$$R_C = \frac{U_{RC}}{I_C} = \frac{5,5}{0,105 \cdot 10^{-3}} = 52,38 \text{ k}\Omega$$

$$R_C = 52,38 \text{ k}\Omega$$

$$U_{C1} = U_{t1} - U_{RC} = 10 - 5,5 = 4,5 \text{ V}$$

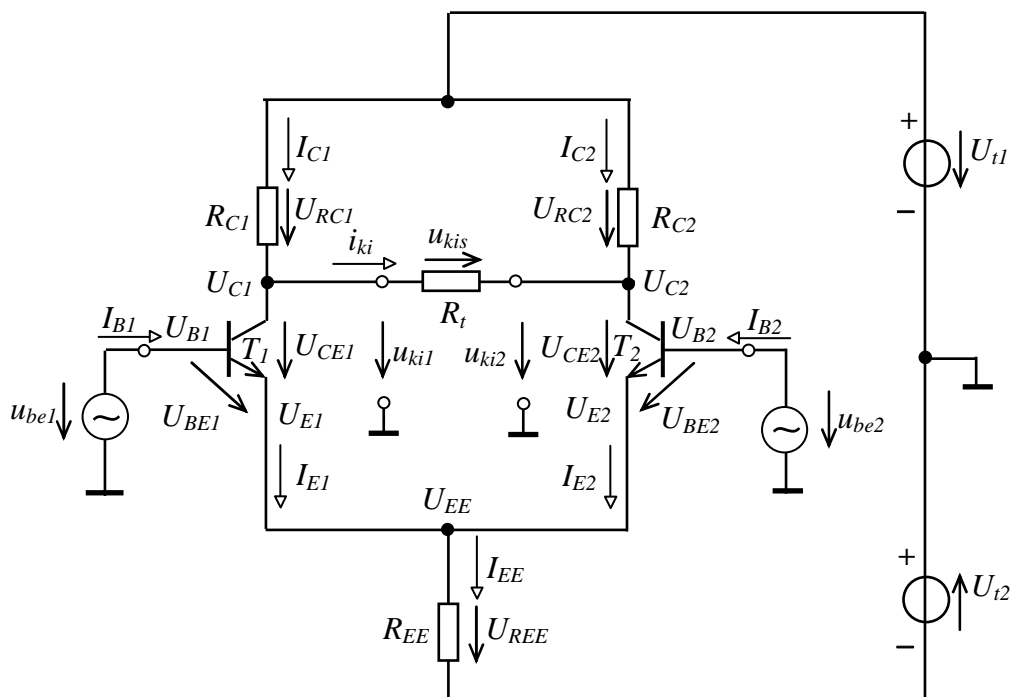
$$U_{C1} = 4,5 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 4,5 \text{ V}$$

$$U_{CE} = U_C - U_{EE} = 4,5 - (-0,55) = 5,05 \text{ V}$$

$$U_{CE} = 5,05 \text{ V}$$

2. Bipoláris tranzisztorral megvalósított differenciaerősítő kapcsolás rajza látható az 1. ábrán.



1. ábra.

Adatok:

tápfeszültségek:

$$U_{t1} = +12 \text{ V}$$

$$U_{t2} = -5 \text{ V}$$

kollektor ellenállás:

$$R_{C1} = R_{C2} = R_C = 5 \text{ k}\Omega$$

terhelő ellenállás:

$$R_t = 10 \text{ k}\Omega$$

váltakozó áramú áramerősítési tényező:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta = 150$$

termikus feszültség:

$$U_T = 26 \text{ mV}$$

a tranzisztor bázis-emitter feszültsége:

$$U_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

kollektor áram:

$$I_{C1} = I_{C2} = I_C = 1,1 \text{ mA}$$

a) Határozza meg a kapcsolás

- I_{EE} munkaponti emitter áramát
- az U_{REE} közös emitter ellenálláson mérhető feszültség értékét
- a R_{EE} közös emitter ellenállás értékét

- az U_{RC} kollektor ellenálláson mérhető feszültség értékét
 - a tranzisztorok kollektor kivezetéseinek U_{C1} és U_{C2} munkaponti feszültségét!
- b) Határozza meg a tranzisztor g_m meredekségét, és az erősítő A_{us} feszültségerősítését szimmetrikus vezérlés esetén! Adja meg a feszültségerősítés értékét dB -ben is!**

Megoldás:

a) $I_{EE} = 2I_C = 2,2 \text{ mA}$

$$I_{EE} = 2,2 \text{ mA}$$

$$U_{EE} = U_B - U_{BE} = 0 - 0,6 = -0,6 \text{ V}$$

$$U_{REE} = U_{EE} - U_{t2} = -0,6 - (-5) = 4,4 \text{ V}$$

$$U_{REE} = 4,4 \text{ V}$$

$$R_{EE} = \frac{U_{REE}}{I_{EE}} = \frac{4,4}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3 \text{ } \Omega$$

$$R_{EE} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$U_{RC} = I_C R_C = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^3 = 5,5 \text{ V}$$

$$U_{RC} = 5,5 \text{ V}$$

$$U_{C1} = U_{t1} - U_{RC} = 12 - 5,5 = 6,5 \text{ V}$$

$$U_{C1} = 6,5 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 6,5 \text{ V}$$

b) $r_E = \frac{U_T}{I_C} = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 10^{-3}} \cong 23,64 \text{ } \Omega$

$$g_m = S = \frac{1}{r_E} = \frac{1}{23,64} = 0,0423 \text{ S} = 42,3 \text{ mS}$$

$$g_m = 42,3 \text{ mS}$$

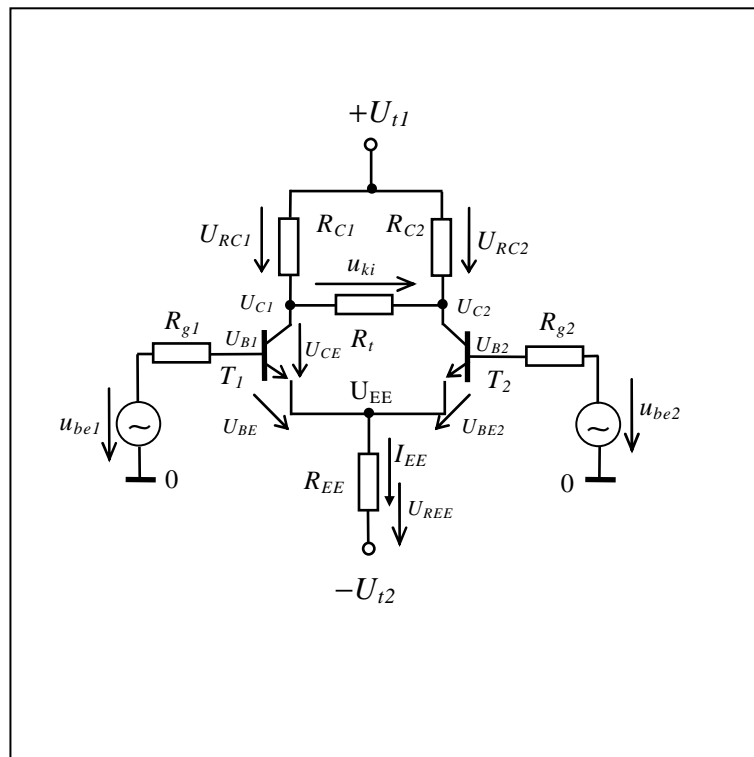
$$A_{us} = -g_m \left(R_C \times \frac{R_t}{2} \right) = -42,3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3} = -105,75$$

$$A_{us} = -105,75$$

$$A_{us}[dB] = 20 \lg |A_{us}| = 40,486 \text{ dB}$$

$$A_{us}[dB] = 40,486 \text{ dB}$$

3. Bipoláris tranzisztorral megvalósított differenciaerősítő kapcsolási rajza látható az 1. ábrán.



1. ábra.

Adatok:

a tápfeszültség:

$$U_{t1} = + 10 \text{ V}$$

$$U_{t2} = - 10 \text{ V}$$

a kollektorellenállás:

$$R_{C1} = R_{C2} = R_C = 4 \text{ k}\Omega$$

a közös emitterellenállás árama:

$$I_{EE} = 2,6 \text{ mA}$$

a terhelőellenállás:

$$R_t = 8 \text{ k}\Omega$$

a váltakozó áramú áramerősítési tényező:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta = 150$$

a termikus feszültség:

$$U_T = 26 \text{ mV}$$

- a)** Határozza meg a kapcsolás $I_{C1} = I_{C2} = I_C$ munkaponti kollektoráramát, a kollektorellenállás $U_{RC1} = U_{RC2} = U_{RC}$ feszültségét, valamint a tranzisztorok kollektor kivezetéseinek U_{C1} és U_{C2} munkaponti feszültségét! Határozza meg az erősítő A_{us} feszültségerősítését szimmetrikus vezérlés esetén! Adja meg a feszültségerősítés értékét dB -ben is!

$$I_{C1} = I_{C2} = I_C = \frac{I_{EE}}{2} = 1,3 \text{ mA}$$

$$I_C = 1,3 \text{ mA}$$

$$r_E = \frac{U_T}{I_C} = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{1,3 \cdot 10^{-3}} \cong 20 \text{ } \Omega$$

$$g_m = S = \frac{1}{r_E} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ S} = 50 \text{ mS}$$

$$U_{RC} = I_C R_C = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^3 = 5,2 \text{ V}$$

$$U_{RC} = 5,2 \text{ V}$$

$$U_{C1} = U_{t1} - U_{RC} = 10 - 5,2 = 4,8 \text{ V}$$

$$U_{C1} = U_{C2} = U_C = 4,8 \text{ V}$$

$$A_{us} = -g_m \left(R_C \times \frac{R_t}{2} \right) = -50 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3} = -100$$

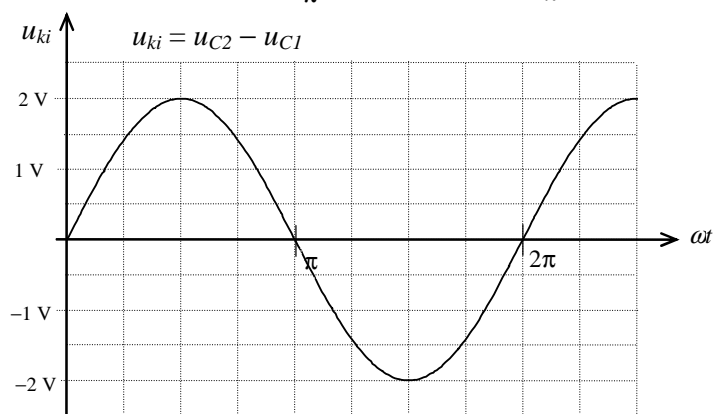
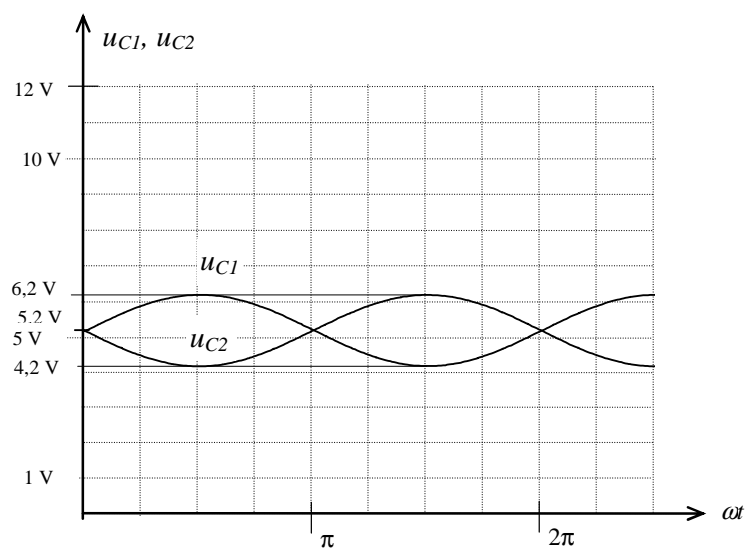
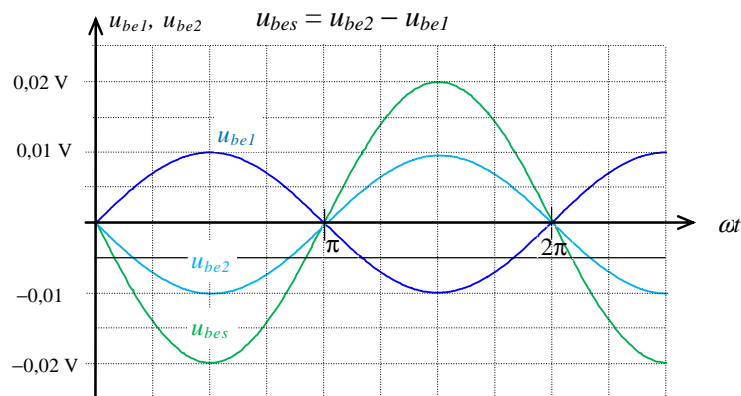
$$A_{us} = -100$$

$$A_{us}[dB] = 20 \lg |A_{us}| = 40 \text{ dB}$$

$$A_{us}[dB] = 40 \text{ dB}$$

- b)** Rajzolja fel a differenciaerősítő kapcsolás u_{be1} , u_{be2} bemeneti feszültségeinek, $u_{bes} = u_{be2} - u_{be1}$ szimmetrikus bemeneti feszültségének, u_{C1} és u_{C2} kollektor feszültségeinek, valamint u_{ki} kimeneti feszültségének léptékhelyes időfüggvényét, ha a bemeneti feszültségek:

$$u_{be1} = 0,01 \sin \omega t \text{ [V]} \quad \text{és} \quad u_{be2} = -0,01 \sin \omega t \text{ [V]}!$$



4. Rajzoljon fel egy bipoláris tranzisztoros differenciaerősítő kapcsolást!

Határozza meg az $I_{C1} = I_{C2} = I_C$ kollektor áram nagyságát, valamint az erősítő szimmetrikus bemeneti jelre vonatkozó A_{us} feszültségerősítésének értékét! Adja meg a feszültségerősítés értékét dB -ben is!

Számítsa ki az R_{bes} szimmetrikus bemeneti ellenállást!

Adatok:

a tápfeszültség:

$$U_{t1} = +15 \text{ V}$$

$$U_{t2} = -5 \text{ V}$$

a kollektorellenállás:

$$R_{C1} = R_{C2} = R_C = 5,7 \text{ k}\Omega$$

a közös emitterellenállás árama:

$$I_{EE} = 1 \text{ mA}$$

a terhelőellenállás:

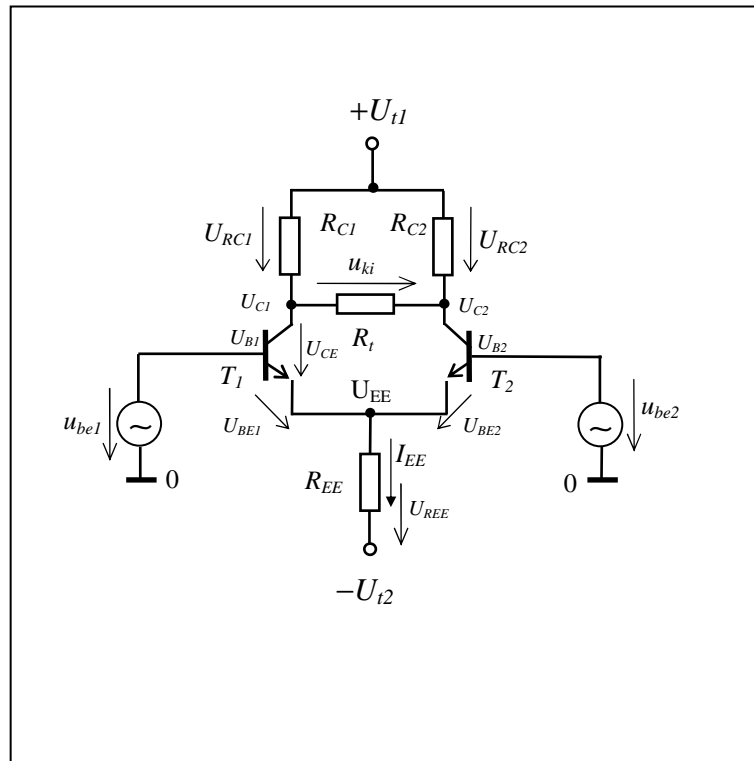
$$R_t = 11 \text{ k}\Omega$$

a tranzisztorok váltakozó áramú áramerősítési tényezője:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta = 150$$

a termikus feszültség:

$$U_T = 26 \text{ mV}$$



$$I_{C1} = I_{C2} = I_C = \frac{I_{EE}}{2} = 0,5 \text{ mA}$$

$$I_C = 0,5 \text{ mA}$$

$$r_E = \frac{U_T}{\frac{I_{EE}}{2}} = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 52 \text{ }\Omega$$

$$g_m = S = \frac{1}{r_E} = 19,23 \text{ mS}$$

$$A_{us} = -g_m \left(R_C \times \frac{R_t}{2} \right) = -19,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5,7 \cdot 10^3 \cdot 5,5 \cdot 10^3}{5,7 \cdot 10^3 + 5,5 \cdot 10^3} = -53,82$$

$$A_{us} = -53,82$$

$$A_{us} [dB] = 20 \lg |A_{us}| = 34,62 \text{ dB}$$

$$A_{us} [dB] = 34,62 \text{ dB}$$

$$R_{bes} \cong 2\beta r_E = 2 \cdot 150 \cdot 17,33 = 5,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{bes} = 5,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{ki} \cong 2R_C = 2 \cdot 5,7 \cdot 10^3 = 11,4 \text{ k}\Omega$$

$$R_{ki} = 11,4 \text{ k}\Omega$$