

Zadanie domowe nr 2

Dla układu wzmacniacza z zadania domowego nr 1, zakładając obliczone wcześniej dokładne wartości punktu pracy, zakładając wartość potencjału termicznego równą 25[mV] oraz pomijając rezystancje wyjściowe tranzystorów należy:

- obliczyć wartości parametrów zastępczych modeli małosygnałowych tranzystorów,
- narysować schemat zastępczy małosygnałowy układu dla środka pasma częstotliwościowego,
- obliczyć wartości rezystancji wejściowej, wyjściowej oraz wzmocnienia dla poszczególnych stopni wzmacniających jak i dla całego wzmacniacza,
- podać warunek małosygnałowości (inaczej liniowości) wzmacniacza.

Rozwiązanie:

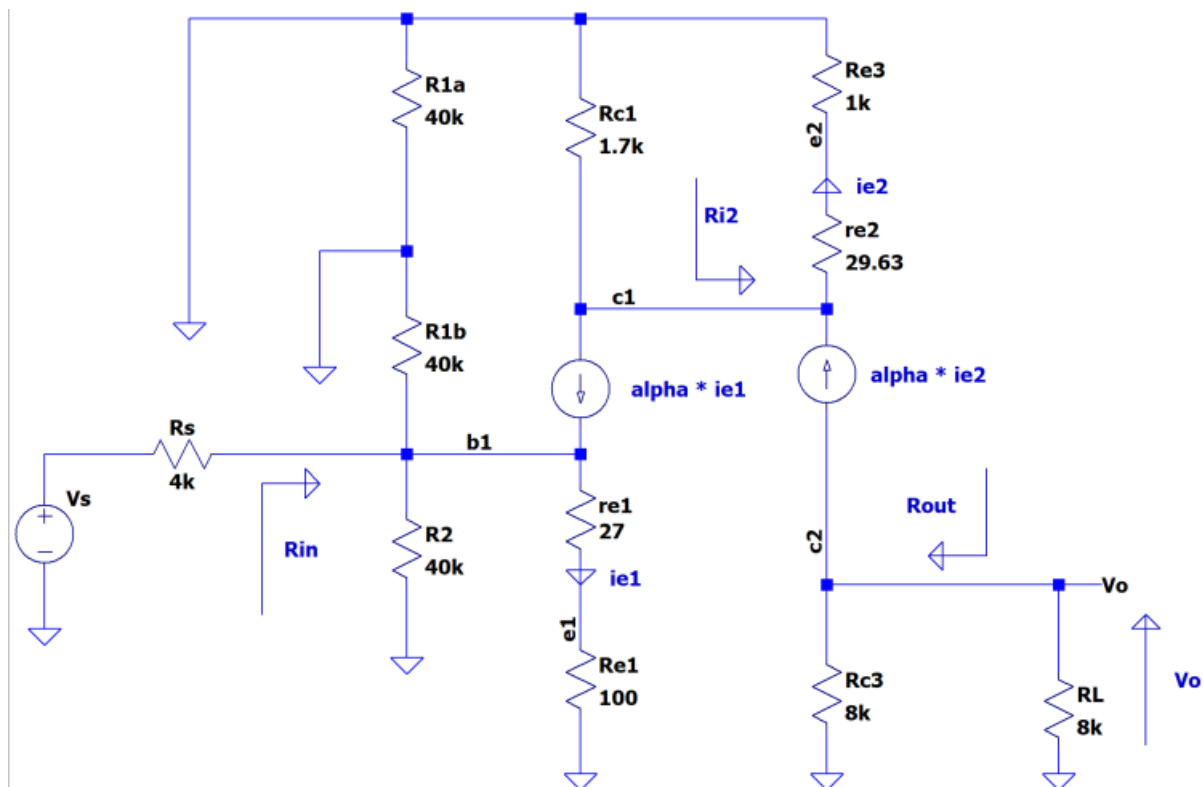
- a) Wartości parametrów małosygnałowych modeli zastępczych Q1 i Q2.

W rozwiązaniu zadania zastosowano modele typu T i tak wartości rezystancji emiterowych będą więc równe:

$$r_{e1} = \frac{V_T}{I_{E1}} = \frac{25[mV]}{0,9259[mA]} = 27[\Omega]$$

$$r_{e2} = \frac{V_T}{I_{E2}} = \frac{25[mV]}{0,8438[mA]} = 29,63[\Omega]$$

- b) Schemat zastępczy małosygnałowy układu dla środka pasma częstotliwościowego.



Rys. zd_2a. Schemat zastępczy małosygnałowy wzmacniacza.

- c) Wartość rezystancji wejściowej, wyjściowej oraz wzmocnienia dla poszczególnych stopni wzmacniających jak i dla całego wzmacniacza.

$$R_{IN} = R_{1b} |R_2| |[(\beta + 1)(r_{e1} + R_{e1})] = 40[k\Omega] |40[k\Omega]| [101 \cdot (100[\Omega] + 27[\Omega])] = 20[k\Omega] |12,827[k\Omega] = 7,815[k\Omega]$$

$$R_{I2} = (\beta + 1)(r_{e2} + R_{e3}) = 101 \cdot (1000[\Omega] + 29,63[\Omega]) = 104[\text{k}\Omega]$$

$$R_{OUT} = R_{C3} = 8[\text{k}\Omega]$$

$$\frac{v_O}{v_S} = \frac{v_{b1}}{v_S} \cdot \frac{v_{c1}}{v_{b1}} \cdot \frac{v_O}{v_{c1}}$$

$$\frac{v_{b1}}{v_S} = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} = \frac{7,815[k\Omega]}{7,815[k\Omega] + 4[k\Omega]} = 0,6614[V/V]$$

$$\frac{v_{c1}}{v_{b1}} = -\alpha \frac{R_{c1} || R_{I2}}{r_{e1} + R_{e1}} = -\frac{100}{101} \cdot \frac{1,7 || 104[k\Omega]}{127[\Omega]} = -13,04[V/V]$$

$$\frac{v_O}{v_{c1}} = -\alpha \frac{R_{c3} || R_L}{r_{e2} + R_{e3}} = -\frac{100}{101} \cdot \frac{4[k\Omega]}{1029,63[\Omega]} = -3,846[V/V]$$

$$\frac{v_O}{v_S} = \frac{v_{b1}}{v_S} \cdot \frac{v_{c1}}{v_{b1}} \cdot \frac{v_O}{v_{c1}} = 0,6614 \cdot (-13,04) \cdot (-3,846) \left[\frac{V}{V} \right] = 33,17 \left[\frac{V}{V} \right]$$

d) Warunek liniowości wzmacniacza.

Napięcie baza-emiter tranzystora Q1 może zostać określony z dzielnika napięciowego:

$$v_{be1} = v_{b1} \frac{r_{e1}}{r_{e1} + R_{e1}} = v_S \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \frac{r_{e1}}{r_{e1} + R_{e1}} \ll V_T$$

Stąd:

$$|v_S| \ll \left(\frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \frac{r_{e1}}{r_{e1} + R_{e1}} \right)^{-1} V_T = \left(0,6614 \cdot \frac{27}{100 + 27} \right)^{-1} 25[mV] = 177,8[mV]$$

$$|v_S| \ll 177,8[mV]$$

Podobnie, dla drugiego stopnia wzmacniającego, napięcie baza-emiter tranzystora Q2 może zostać określone z dzielnika napięciowego jako równe:

$$v_{be2} = v_{b2} \frac{r_{e2}}{r_{e2} + R_{e3}} = v_S \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \left(-\alpha \frac{R_{c1} || R_{I2}}{r_{e1} + R_{e1}} \right) \frac{r_{e1}}{r_{e1} + R_{e1}}$$

Stąd:

$$|v_S| \ll \left(\frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \alpha \frac{R_{c1} || R_{I2}}{r_{e1} + R_{e1}} \frac{r_{e2}}{r_{e2} + R_{e3}} \right)^{-1} V_T = \left(0,6614 \cdot 13,04 \cdot \frac{29,63}{1000 + 29,63} \right)^{-1} 25[mV]$$

$$= 100,7[mV]$$

$$|v_S| \ll 100,7[mV]$$

Należy zastosować warunek bardziej restrykcyjny stąd ostateczne ograniczenie jest następujące:
 $|v_S| \ll 100,7[mV]$.