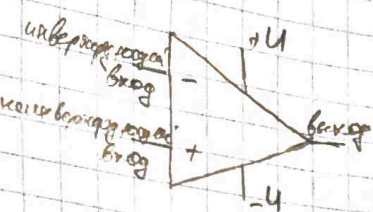


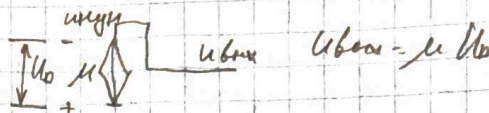
Операционные усилители



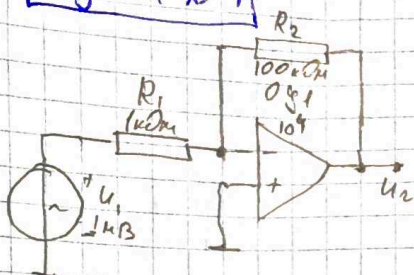
Входной сигнал: $U_{пр} = U_{ин} - U_{инв}$; Вых. сигнал: $U_{вых} = \mu \cdot U_{вх}$

Вх. и Вых. коэф. измер. относ. об.ч. точки.

Знаменательная часть ОУ



Задача №1



$$K_u = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{\mu R_2}{R_1(1+\mu)+R_2} \approx -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{100}{1} = -100$$

Определять: коэф. усиления коэф. K_u

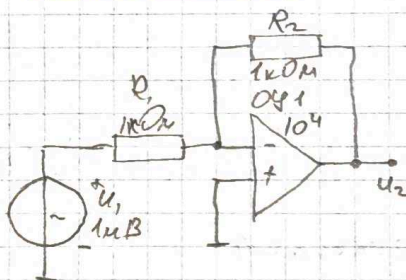
Задача №2

а. см. выше.

Опр.: коэф. U_2 , коэф. усиления;

$$U_2 = -\frac{\mu R_2 U_1}{R_1(1+\mu)+R_2} \approx -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_1 = -\frac{100}{1} \cdot 1 = -100 \text{ мВ}$$

Задача №3

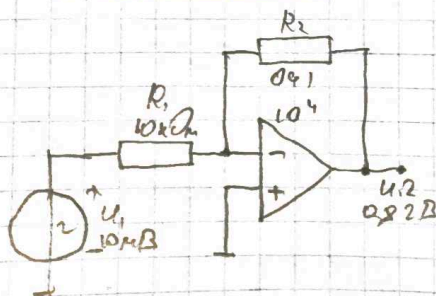


Опр.: коэф. U_2 коэф. вх. и коэф. U_3 коэф. вх. усил.

$$U_2 = \frac{\mu R_2 U_1}{R_1(1+\mu)+R_2} \approx -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_1 = -\frac{1 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^3} = -1 \text{ мВ}$$

$$U_3 = \frac{R_2 U_1}{R_1(1+\mu)+R_2} \approx \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3} = 99,99 \text{ мВ} \approx 0,1 \text{ мВ}$$

Задача №4

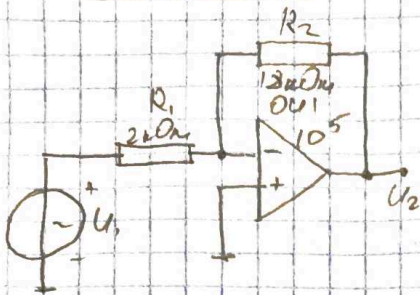


Опр.: коэф. усиления R_2

$$K_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\mu R_2}{R_1(1+\mu)+R_2} \approx -\frac{R_2}{R_1}; R_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot R_1$$

$$R_2 = \frac{0,82 \text{ В} \cdot 10 \text{ кОм}}{10 \text{ мВ}} = 820 \text{ Ом}$$

Задача 6

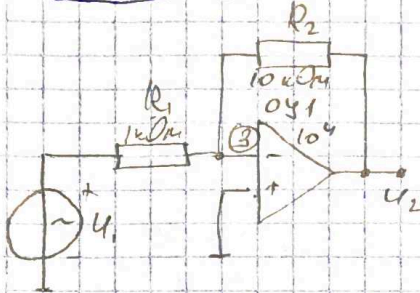


Оп. коэффициент ООС F

$$F = 1 + \mu B; B = -\frac{R_1}{R_2}; F = 1 + \mu \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$F = 1 + 10^5 \cdot \frac{2 \text{ kOhm}}{12 \text{ kOhm}} \approx 1112$$

Задача 6



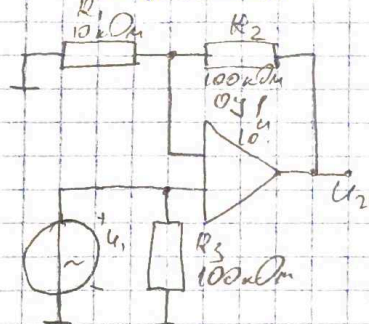
Оп. бр. уоп. $Z_{br,2}$ б узнє 3

$$Z_{br,F} = \frac{Z_{br}}{1 + \mu \cdot B}; Z_{br,1}; B = -\frac{R_1}{R_2}$$

$$Z_{br,F} = \frac{R_1}{1 + \mu \cdot R_1 / R_2}; Z_{br,1} = \frac{1}{1 + 10^4 \cdot 1/10} = 0,99 \text{ Ohm} \approx 1 \text{ Ohm}$$

34.40

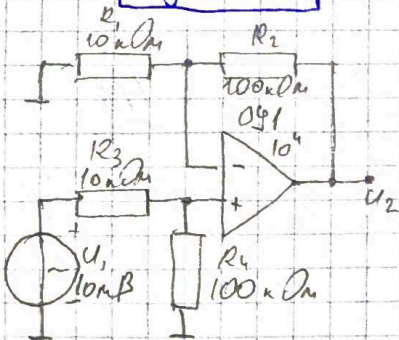
Задача 2



Оп. коэф. уцнх. нєкєп. K_u

$$K_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_1 R_2 + R_2}{R_1 (1 + \mu) + R_2} \approx 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{100}{10} = 11$$

Задача 10

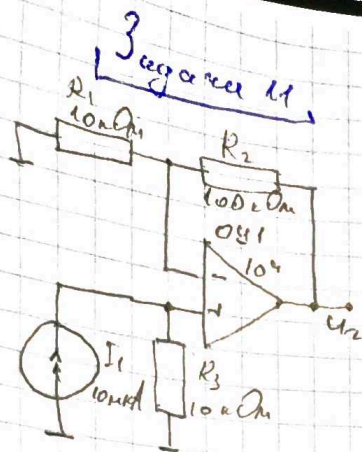


Оп. нєкєп. U_2 нє бєк. уцнх.

$$U_2 = \mu (U_{3+} - U_{3-})$$

$$U_{3+} = \frac{U_1 \cdot R_4}{R_3 + R_4}; U_{3-} = \frac{U_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = \frac{\mu U_1 \cdot R_4 \cdot (R_1 + R_2)}{(R_3 + R_4)(R_1 + \mu R_1 + R_2)} = \frac{10^4 \cdot 10^{-2} \cdot (10^3 + 10^5)}{(10^4 + 10^4 \cdot 10^4 + 10^5)} = 0,13$$

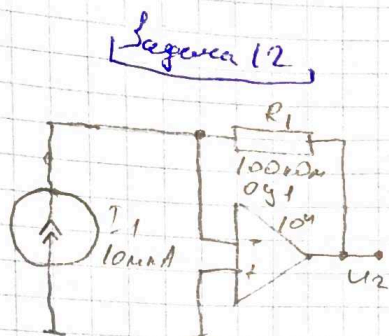


Опр.: напр. U_2 на вх. усил.

$$U_2 = \mu(U_{3+} - U_{3-}); U_{3-} = \frac{U_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2}; U_{3+} = I_1 \cdot R_3$$

$$U_2 = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot R_3}{1 + \frac{\mu \cdot R_1}{R_1 + R_2}} = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot R_3 \cdot (R_1 + R_2)}{(1 + \mu) \cdot R_1 + R_2}$$

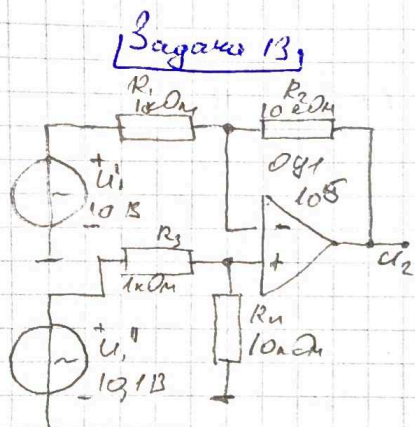
$$U_2 = \frac{10^{-4} \text{ A} \cdot 10^5 \text{ Ohm} \cdot (10^5 \text{ Ohm} + 10^5 \text{ Ohm})}{(1 + 10^4) \cdot 10^5 \text{ Ohm} + 10^5 \text{ Ohm}} = 1.8 \text{ B}$$



Опр.: напр. U_2 на вх. усил.

$$U_2 = -\mu \cdot U_1; U_1 = \frac{I_1 \cdot R_1}{1 + \mu}; U_2 = -\mu \cdot \frac{I_1 \cdot R_1}{1 + \mu}$$

$$U_2 = -10^4 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-9} \text{ A} \cdot 10^5 \text{ Ohm}}{1 + 10^4} = -1 \text{ B}$$



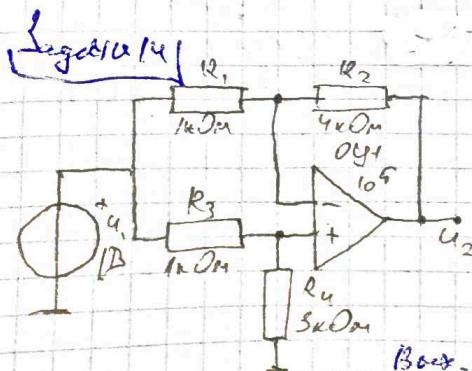
Опр.: напр. U_2 на вх. усил.

$$U_2 = \mu(U_{3+} - U_{3-}); U_{3+} = \frac{U_1 \cdot R_4}{R_3 + R_4}; U_{3-} = U_1' - U_{oc}$$

$$U_{3-} = \frac{U_1' \cdot R_3}{R_1 + (1 + \mu) \cdot R_2}$$

$$U_2 = \mu \cdot \frac{U_1 \cdot R_4 \cdot (R_3 + R_2) - U_1' \cdot R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{\mu \cdot R_1 \cdot (R_3 + R_2) + (R_3 + R_4) \cdot (R_1 + R_2)}$$

$$U_2 = \frac{10^5 \cdot 10 \text{ B} \cdot 10^3 \text{ Ohm} \cdot (10^3 \text{ Ohm} + 10^4 \text{ Ohm}) - 10 \text{ B} \cdot 10^3 \text{ Ohm} \cdot (10^3 \text{ Ohm} + 10^4 \text{ Ohm})}{10^5 \cdot 10^3 \text{ Ohm} \cdot (10^3 \text{ Ohm} + 10^4 \text{ Ohm}) + (10^3 \text{ Ohm} + 10^4 \text{ Ohm}) \cdot (10^3 \text{ Ohm} + 10^4 \text{ Ohm})} = 1 \text{ B}$$



Опр.: напр. U_2 на вх. усил.

Сил. напр. на усил. от вх. усил. можно найти расчет по формуле вх. независимо: $K_{u1} = \frac{R_2}{R_1}$; $K_{u1} = 4$
 При расчете усил. по форму. вх. в этой схеме вх. усил. передаточный коэффициент $K_{u2} = R_4 / (R_3 + R_4)$; $K_{u2} = 0.75$
 и передаточный коэффициент $K_{u3} = 1 + R_2 / R_1$; $K_{u3} = 5$

Вхх-напр. $U_{12} \approx 2 \times$ сил. передаточный по резисторам вх. ОУ:

$$U_2 = U_1 \cdot K_{u1} + U_1 \cdot K_{u2} \cdot K_{u3}; U_2 = 1 \text{ B} \cdot (-4 + 0.75 \cdot 5) = -1.25 \text{ B}$$