



Основы электротехники

Отчёт по лабораторной работе №4 Исследование трёхфазных электрических цепей Группа Р3334 Вариант 74

Выполнил: Баянов Равиль Динарович

Дата сдачи отчёта: ~~12.12.2024~~ 10.01.2025г / см. 12.01.2025г

Дата защиты: -

Контрольный срок сдачи: 04.12.2024

Количество баллов:

СПб – 2024

Содержание

Цель работы	3
Часть 1.....	4
Схема исследуемой цепи	4
Заполненная таблица 3.1.....	8
Расчётные формулы и расчёты	9
Векторные диаграммы напряжений и токов приёмника	16
Часть 2.....	19
Схема исследуемой цепи	19
Заполненная таблица 3.2.....	22
Расчётные формулы и расчёты	23
Векторные диаграммы напряжений и токов приёмника	25
Выводы по работе.....	27

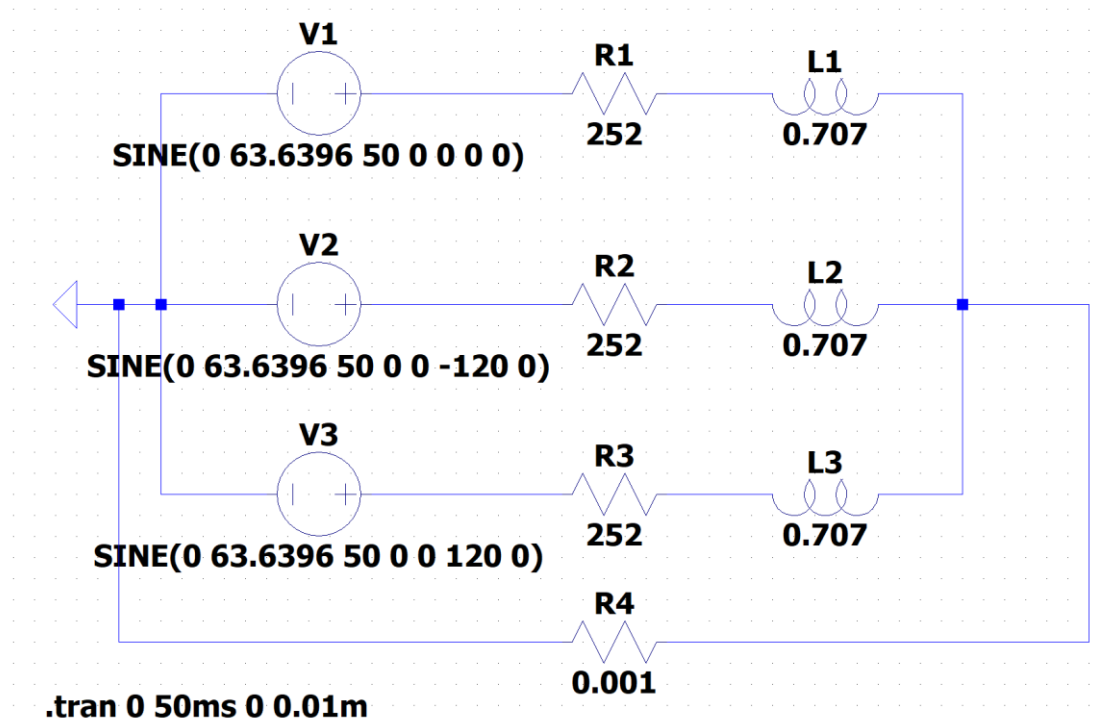
Цель работы

Исследование свойств линейных цепей синусоидального тока, а также особых режимов работы, таких как резонанс напряжений и токов.

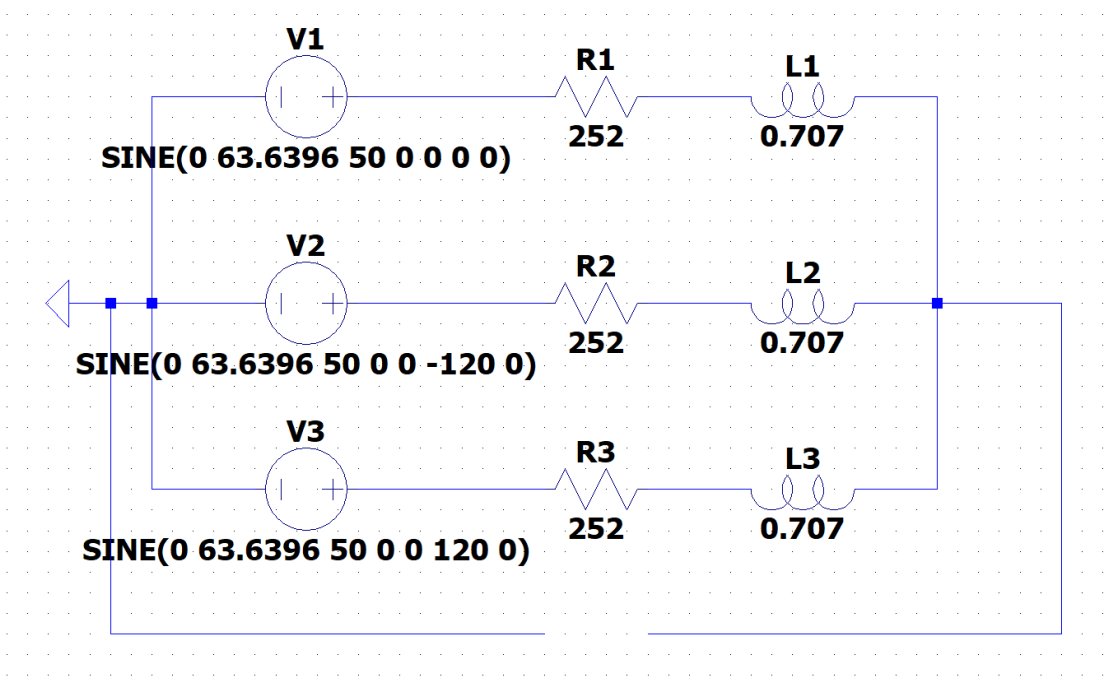
Часть 1

Схема исследуемой цепи

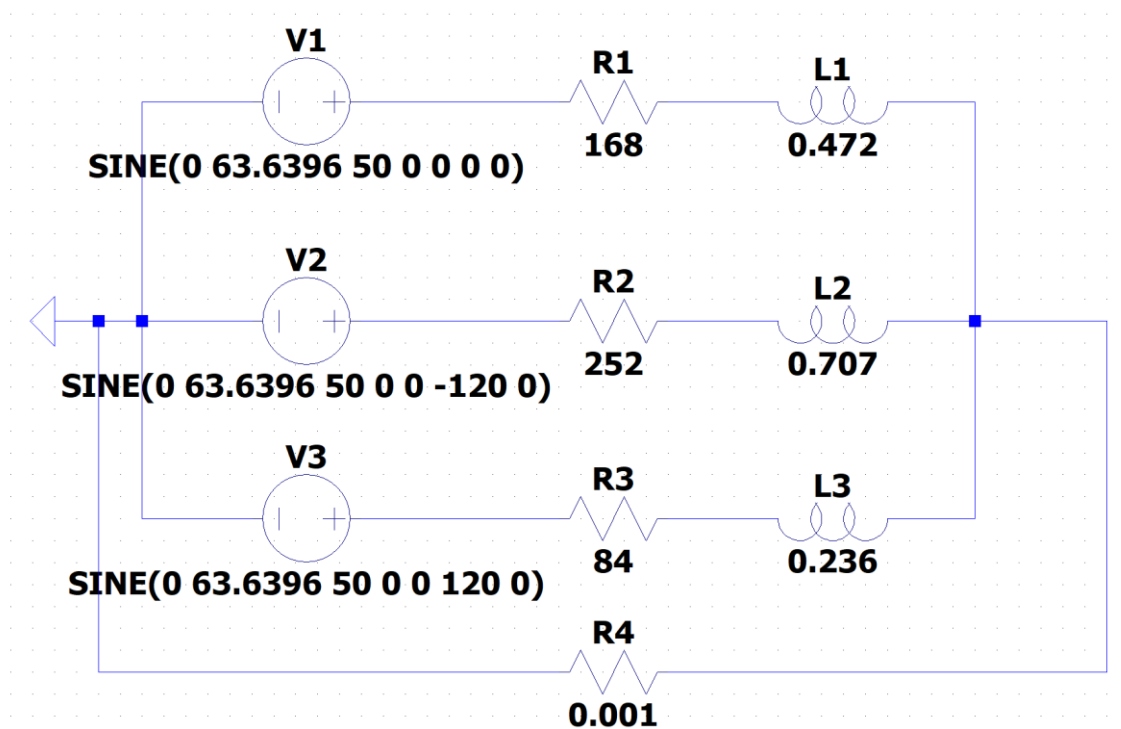
1) Схема №1



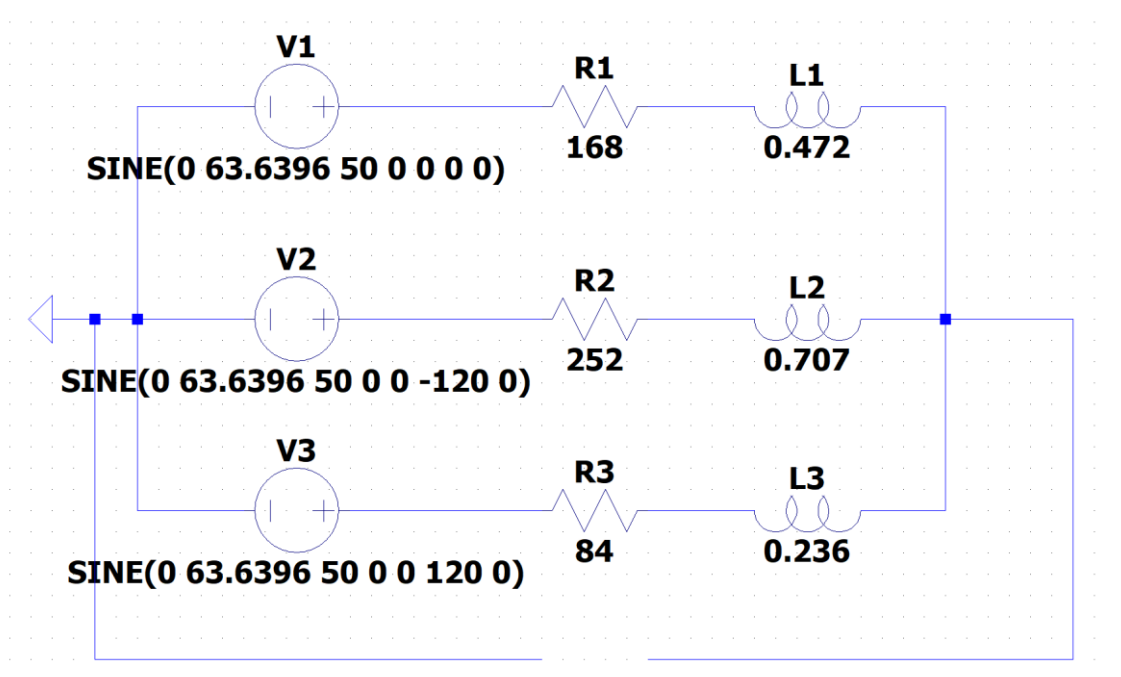
2) Схема №2



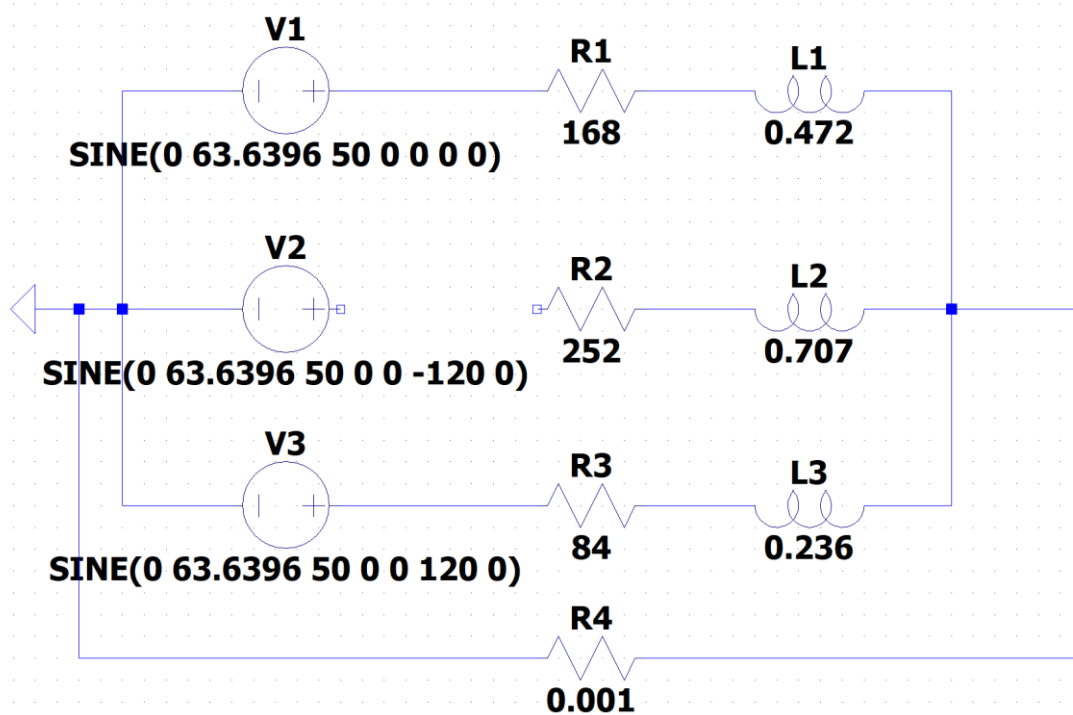
3) Схема №3



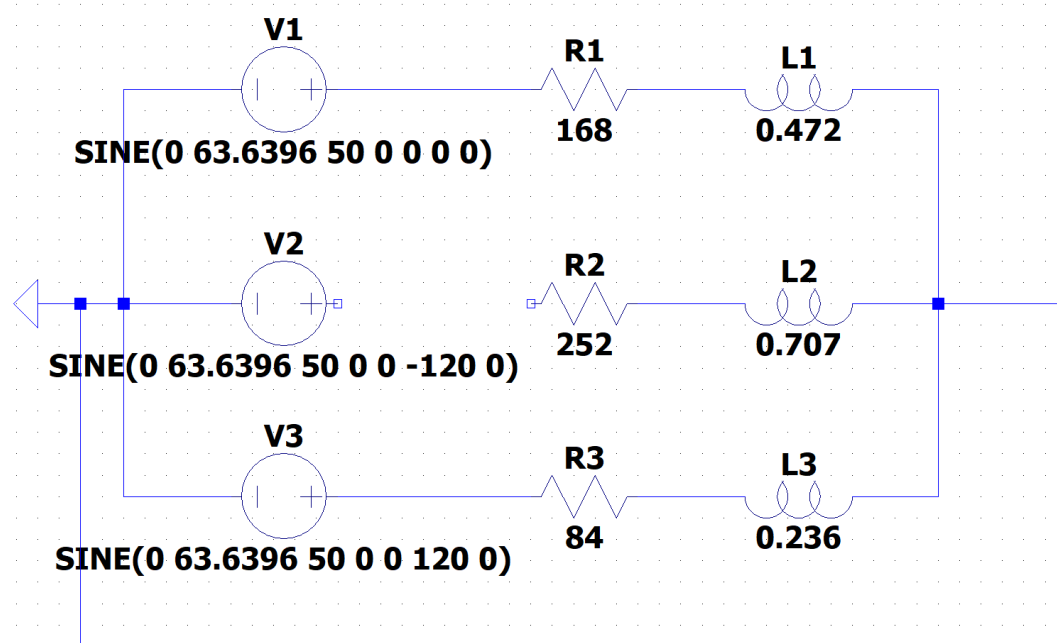
4) Схема №4



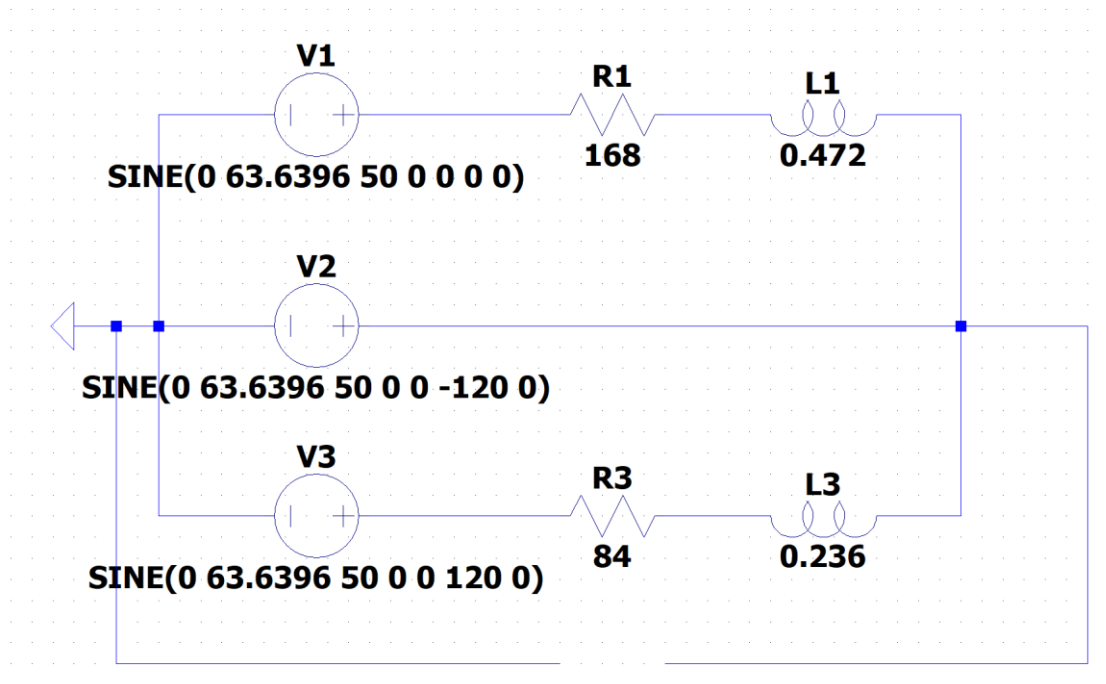
5) Схема №5



6) Схема №6



7) Схема №7



Заполненная таблица 3.1

№	Вид нагрузки		U _{a, B}	U _{b, B}	U _{c, B}	I _{a, A}	I _{b, A}	I _{c, A}	P _{a, Вт}	P _{b, Вт}	P _{c, Вт}	U _{N, В}	I _{Nn, А}	Z _{a, Ом}	Z _{b, Ом}	Z _{c, Ом}
1	Симметричная нагрузка с нулевым проводом	Изм	44,842	44,841	44,841	0,133	0,133	0,133	4,506	4,506	4,506	0	0	335,912	335,912	335,912
		Выч	44,998	44,997	44,997	0,134	0,134	0,134	4,522	4,522	4,522	0	0			
2	Симметричная нагрузка без нулевого провода	Изм	44,893	44,892	44,892	0,134	0,134	0,134	4,512	4,511	4,511	0	0	335,912	335,912	335,912
		Выч	44,998	44,997	44,997	0,134	0,134	0,134	4,522	4,522	4,522	0	0			
3	Несимметричная нагрузка с нулевым проводом	Изм	44,856	44,855	44,855	0,200	0,134	0,400	6,753	4,508	13,506	0	0,240	224,080	335,912	112,040
		Выч	44,998	44,997	44,997	0,201	0,134	0,402	6,775	4,522	13,549	0	0,241			
4	Несимметричная нагрузка без нулевого провода	Изм	51,068	56,211	30,882	0,228	0,167	0,276	8,729	7,059	6,384	14,734	0	224,080	335,912	112,040
		Выч	51,086	56,231	30,893	0,228	0,167	0,276	8,732	7,061	6,386	14,740	0			
5	Обрыв линейного провода с нулевым проводом	Изм	44,899	0	44,898	0,200	0	0,401	6,760	0	13,519	0	0,347	224,080	∞	112,040
		Выч	44,998	0	44,997	0,201	0	0,402	6,775	0	13,549	0	0,348			
6	Обрыв линейного провода без нулевого провода	Изм	51,077	0	30,888	0,228	0	0,276	8,730	0	6,385	14,737	0	224,080	∞	112,040
		Выч	51,086	0	30,893	0,228	0	0,276	8,732	0	6,386	14,740	0			
7	Короткое замыкание одной фазы нагрузки без нулевого провода	Изм	77,776	44,903	77,774	0,349	0,927	0,700	27,221	-	54,404	44,903	0	224,080	0	112,040
		Выч	77,940	44,998	77,938	0,350	0,929	0,701	27,279	-	54,635	44,998	0			

Расчётные формулы и расчёты

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}}$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}}$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c}$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ}$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ}$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ}$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n}$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n}$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n}$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a * \underline{Y}_a$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b * \underline{Y}_b$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c * \underline{Y}_c$$

$$\underline{I}_{N_n} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c$$

Опыт №1:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_a &= \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{252 + j\omega L_a} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} \\ &= 0,003 e^{-j41,393^\circ} [\text{Ом}^{-1}] \end{aligned}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} \approx 0 [\text{B}]$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a * \underline{Y}_a = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,134e^{-41,393^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b * \underline{Y}_b = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,134e^{-161,393^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c * \underline{Y}_c = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,134e^{78,608^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_{N_n} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c \approx 0 [\text{A}]$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 [\text{BT}]$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 [\text{BT}]$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 [\text{BT}]$$

Опыт №2:

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{252 + j\omega L_a} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} \approx 0 \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a * \underline{Y}_a = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \cdot 0,003 e^{-j41,393^\circ} = 0,134 e^{-j41,393^\circ} \text{ [A]}$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b * \underline{Y}_b = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \cdot 0,003 e^{-j41,393^\circ} = 0,134 e^{-j161,393^\circ} \text{ [A]}$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c * \underline{Y}_c = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \cdot 0,003 e^{-j41,393^\circ} = 0,134 e^{j78,608^\circ} \text{ [A]}$$

$$\underline{I}_{N_n} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0 \text{ [A]}$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 \text{ [Вт]}$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 \text{ [Вт]}$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 \text{ [Вт]}$$

Опыт №3:

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{168 + j\omega L_a} = \frac{1}{168 + j314,159 \cdot 0,0472} \\ = 0,004 e^{-j41,433^\circ} \text{ [Ом}^{-1}\text{]}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003 e^{-j41,393^\circ} \text{ [Ом}^{-1}\text{]}$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{84 + j314,159 \cdot 0,236} = 0,009 e^{-j41,433^\circ} \text{ [Ом}^{-1}\text{]}$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} \approx 0 \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \text{ [B]}$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a \cdot \underline{Y}_a = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \cdot 0,004 e^{-j41,433^\circ} = 0,201 e^{-j41,433^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b \cdot \underline{Y}_b = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} \cdot 0,003 e^{-j41,393^\circ} = 0,134 e^{-j161,393^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c \cdot \underline{Y}_c = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \cdot 0,009 e^{-j41,433^\circ} = 0,402 e^{j78,568^\circ} [\text{А}]$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_{N_n} &= \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0,201 e^{-j41,433^\circ} + 0,134 e^{-j161,393^\circ} + 0,402 e^{j78,568^\circ} \\ &= 0,241 e^{j64,668^\circ} [\text{А}] \end{aligned}$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 44,998 \cdot 0,201 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 6,775 [\text{Вт}]$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 44,998 \cdot 0,134 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 4,522 [\text{Вт}]$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 44,998 \cdot 0,402 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 13,549 [\text{Вт}]$$

Опыт №4:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_a &= \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{168 + j\omega L_a} = \frac{1}{168 + j314,159 \cdot 0,472} \\ &= 0,004 e^{-j41,433^\circ} [\text{Ом}^{-1}] \end{aligned}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003 e^{-j41,393^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{84 + j314,159 \cdot 0,236} = 0,009 e^{-j41,433^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_{N_n} &= \frac{\underline{E}_a \underline{Y}_a + \underline{E}_b \underline{Y}_b + \underline{E}_c \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} = \\ &= \frac{44,998(e^{j0^\circ} \cdot 0,004 e^{-j41,433^\circ} + e^{-j120^\circ} \cdot 0,003 e^{-j41,393^\circ} + e^{j120^\circ} \cdot 0,009 e^{-j41,433^\circ})}{0,004 e^{-j41,433^\circ} + 0,003 e^{-j41,393^\circ} + 0,009 e^{-j41,433^\circ}} \\ &= 14,740 e^{j106,094^\circ} [\text{В}] \end{aligned}$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} - 14,740e^{j106,094^\circ} = 51,086e^{-j16,094^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} - 14,740e^{j106,094^\circ} = 56,231e^{-j109,114^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} - 14,740e^{j106,094^\circ} = 30,893e^{j126,585^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a \cdot \underline{Y}_a = 51,086e^{-j16,094^\circ} \cdot 0,004e^{-j41,433^\circ} = 0,228e^{-j57,527^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b \cdot \underline{Y}_b = 56,231e^{-j109,114^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,167e^{-j150,507^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c \cdot \underline{Y}_c = 30,893e^{j126,585^\circ} \cdot 0,009e^{-j41,433^\circ} = 0,276e^{j85,153^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_{N_n} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0 [\text{А}]$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 51,086 \cdot 0,228 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 8,732 [\text{Вт}]$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 56,231 \cdot 0,167 \cdot \cos(-41,393^\circ) = 7,061 [\text{Вт}]$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 30,893 \cdot 0,276 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 6,386 [\text{Вт}]$$

Опыт №5:

$$\underline{Y}_a = \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{168 + j\omega L_a} = \frac{1}{168 + j314,159 \cdot 0,472} = 0,004e^{-j41,433^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = \infty [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{84 + j314,159 \cdot 0,236} = 0,009e^{-j41,433^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} \approx 0 [\text{ВТ}]$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{ВТ}]$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{ВТ}]$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{ВТ}]$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{ВТ}]$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 0 [\text{ВТ}]$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{ВТ}]$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a \cdot \underline{Y}_a = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} \cdot 0,004e^{-j41,433^\circ} = 0,201e^{-j41,433^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b \cdot \underline{Y}_b = 0 \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0 [\text{A}]$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c \cdot \underline{Y}_c = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} \cdot 0,009e^{-j41,433^\circ} = 0,402e^{j78,568^\circ} [\text{A}]$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_{N_n} &= \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0,201e^{-j41,433^\circ} + 0 + 0,402e^{j78,568^\circ} \\ &= 0,348e^{j48,567^\circ} [\text{A}] \end{aligned}$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 44,998 \cdot 0,201 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 6,775 [\text{BT}]$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 0 [\text{BT}]$$

$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 44,998 \cdot 0,402 \cdot \cos(-41,433^\circ) = 13,549 [\text{BT}]$$

Опыт №6:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_a &= \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{168 + j\omega L_a} = \frac{1}{168 + j314,159 \cdot 0,472} \\ &= 0,004e^{-j41,433^\circ} [\text{OM}^{-1}] \end{aligned}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = \infty [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{84 + j314,159 \cdot 0,236} = 0,009e^{-j41,433^\circ} [\text{OM}^{-1}]$$

$$\underline{U}_{N_n} = \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_a + \underline{E}_B \underline{Y}_b + \underline{E}_C \underline{Y}_c}{\underline{Y}_a + \underline{Y}_b + \underline{Y}_c} = \frac{44,998(e^{j0^\circ} \cdot 0,004e^{-j41,433^\circ} + e^{j120^\circ} \cdot 0,009e^{-j41,433^\circ})}{0,004e^{-j41,433^\circ} + 0,009e^{-j41,433^\circ}} = 25,979e^{j90^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{U}_a = \underline{E}_A - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} - 25,979e^{j90^\circ} = 51,959e^{-j29,999^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{U}_b = \underline{E}_B - \underline{U}_{N_n} = 0 [\text{B}]$$

$$\underline{U}_c = \underline{E}_C - \underline{U}_{N_n} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} - 25,979e^{j90^\circ} = 25,979e^{150,001^\circ} [\text{B}]$$

$$\underline{I}_a = \underline{U}_a \cdot \underline{Y}_a = 51,959e^{-j29,999^\circ} \cdot 0,004e^{-j41,433^\circ} = 0,232e^{-j71,432^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_b = \underline{U}_b \cdot \underline{Y}_b = 0 [\text{A}]$$

$$\underline{I}_c = \underline{U}_c \cdot \underline{Y}_c = 25,979e^{150,001^\circ} \cdot 0,009e^{-j41,433^\circ} = 0,232e^{j108,568^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_{N_n} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = 0 \text{ [A]}$$

$$P_a = U_a I_a \cos \varphi_a = 51,959 \cdot 0,232 \cdot \cos(-41,433) = 9,033 \text{ [Вт]}$$

$$P_b = U_b I_b \cos \varphi_b = 0 \text{ [Вт]}$$

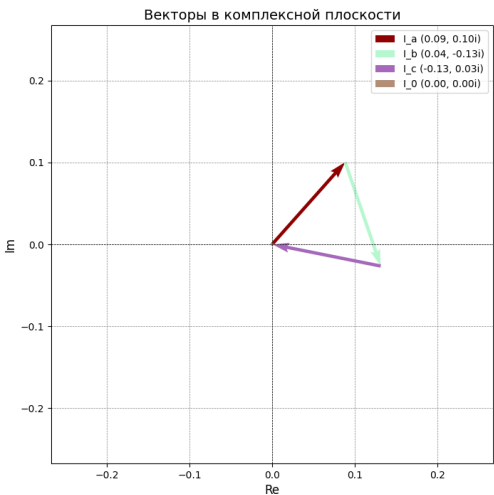
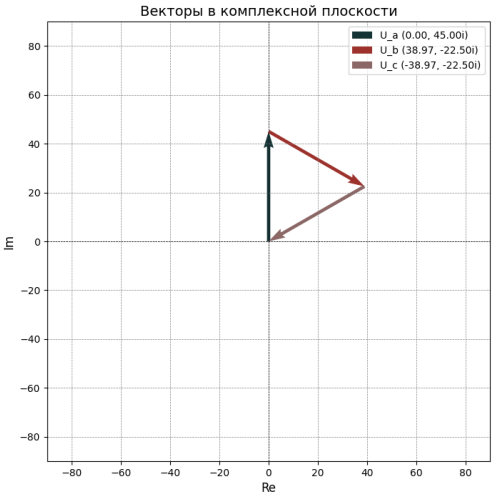
$$P_c = U_c I_c \cos \varphi_c = 25,979 \cdot 0,232 \cdot \cos(-41,433) = 4,516 \text{ [Вт]}$$

Добавляйте расчет для опыта 7

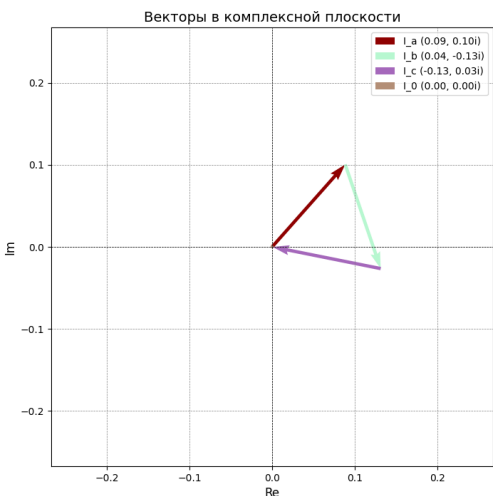
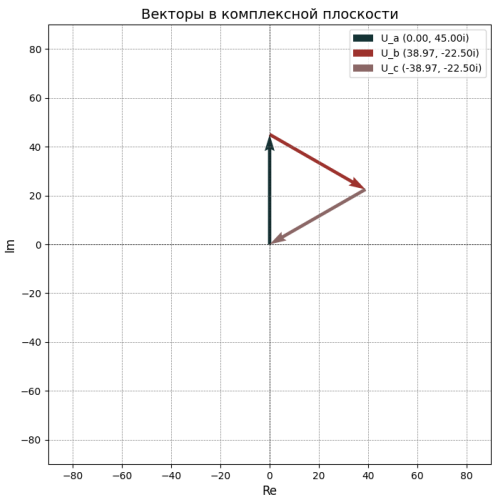


Векторные диаграммы напряжений и токов приёмника

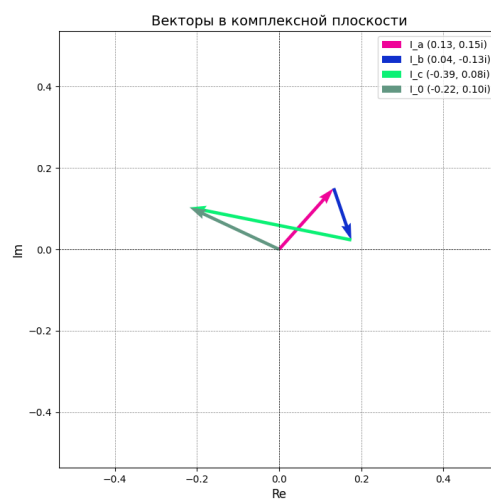
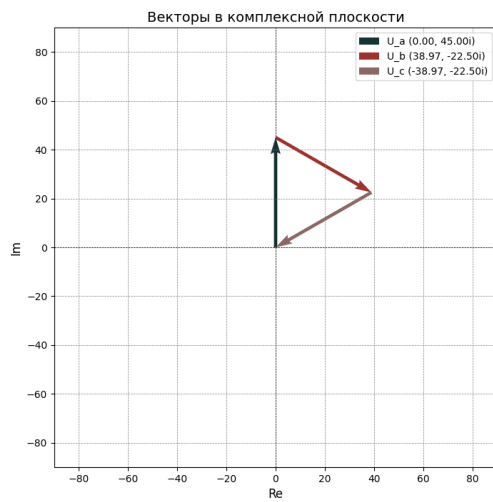
1.



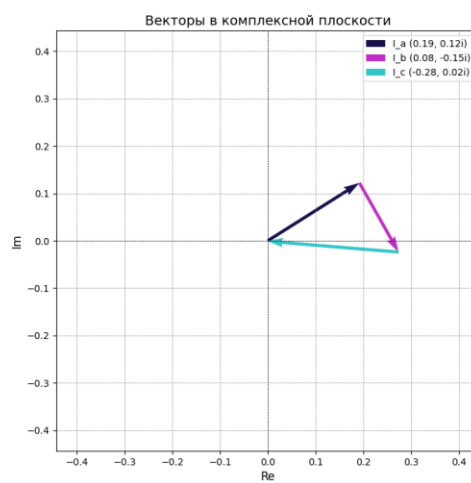
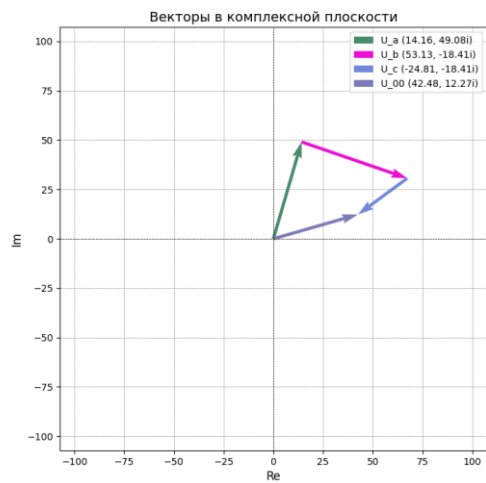
2.



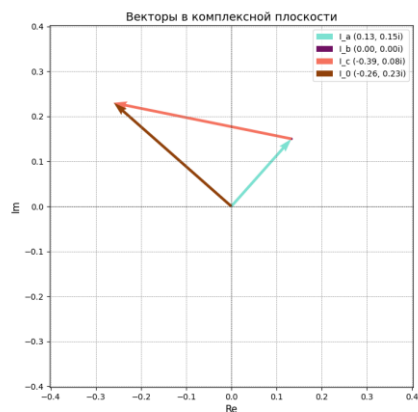
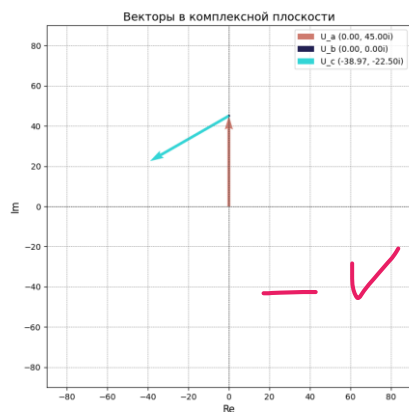
3.



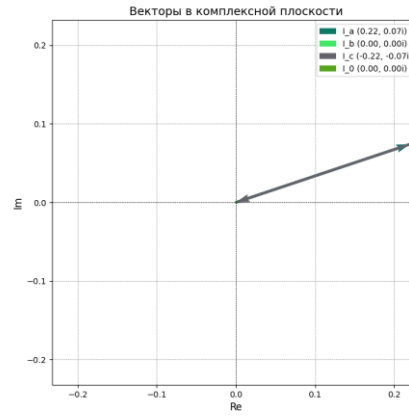
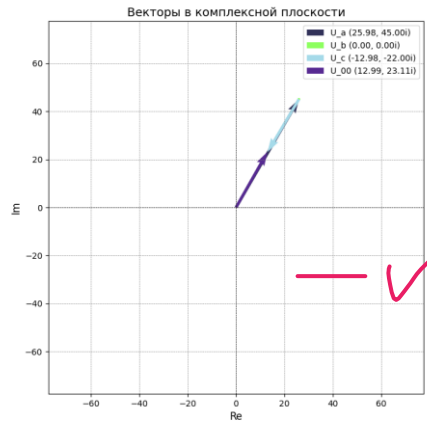
4.



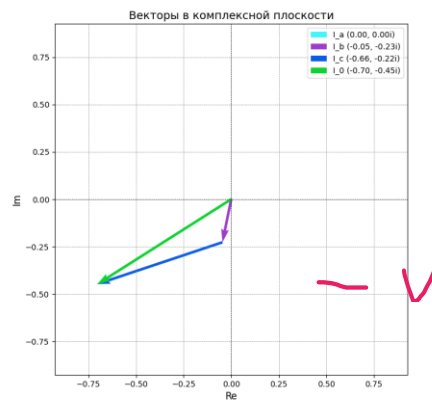
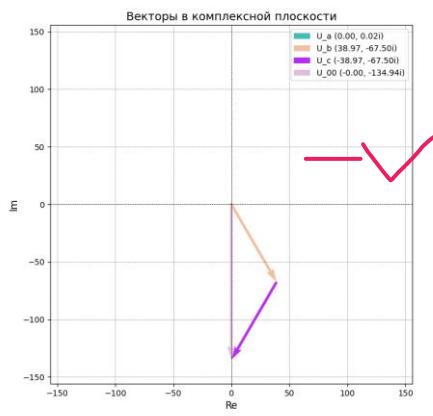
5.



6.



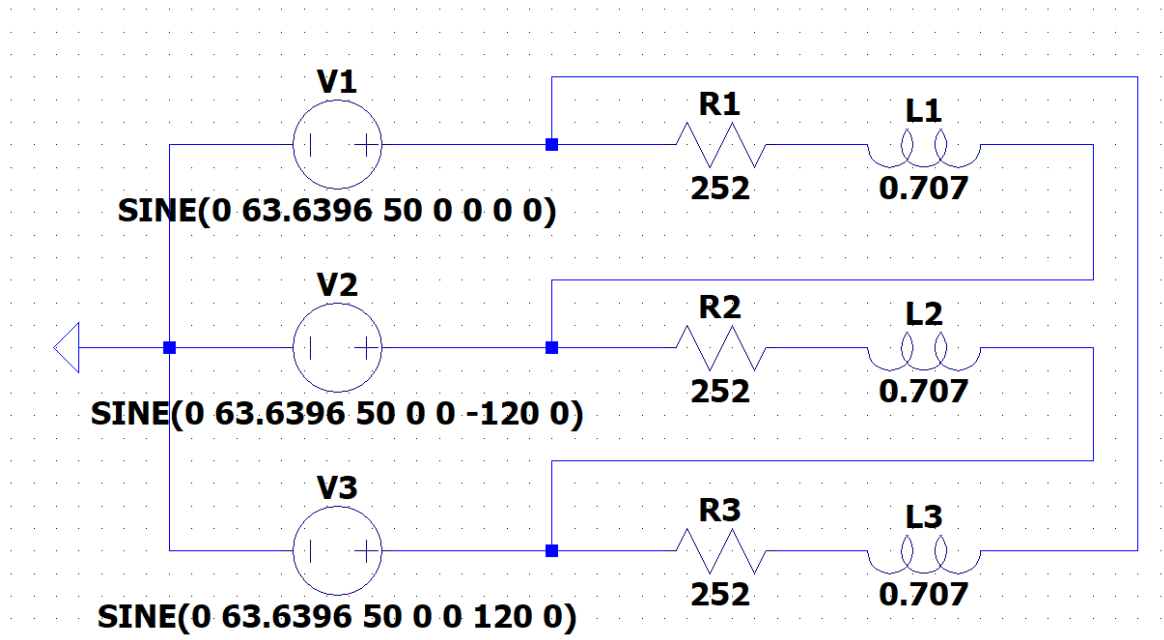
7.



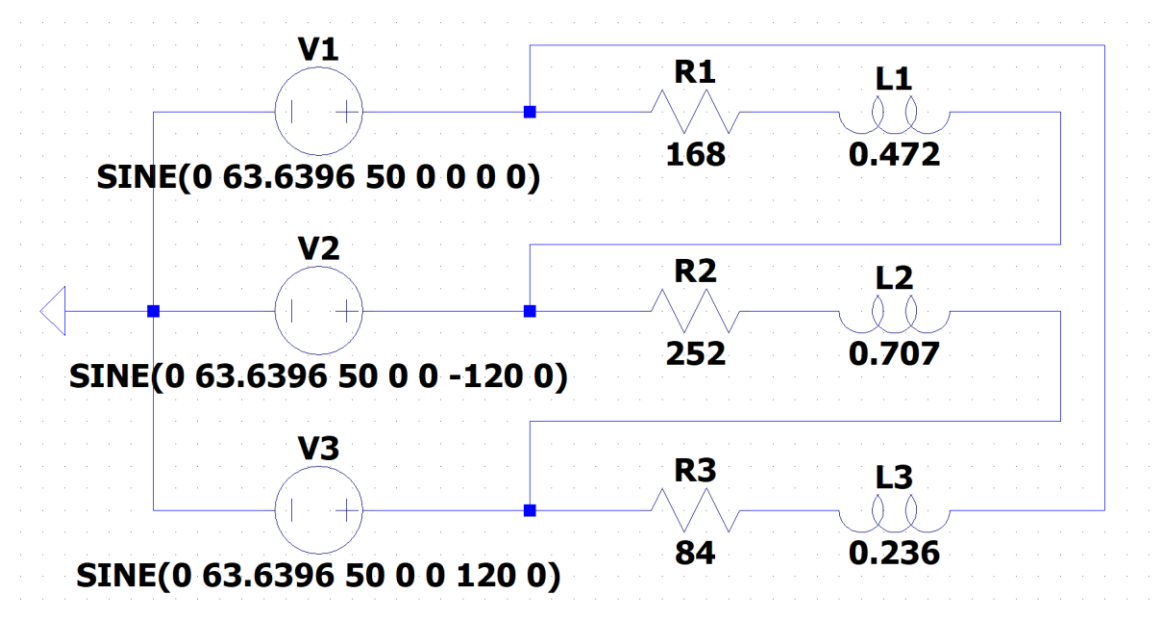
Часть 2

Схема исследуемой цепи

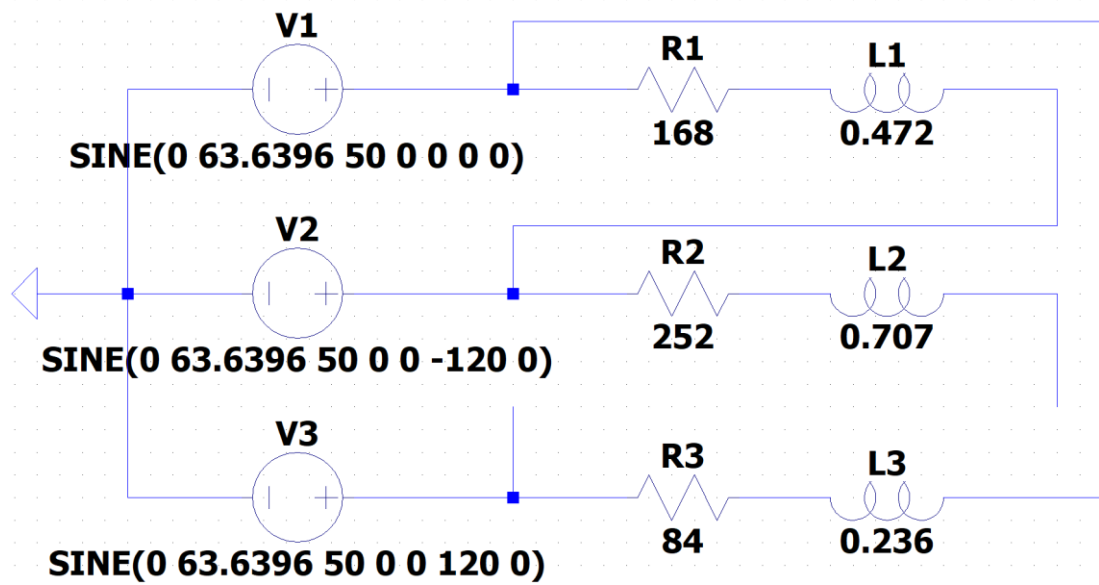
1) Схема №1



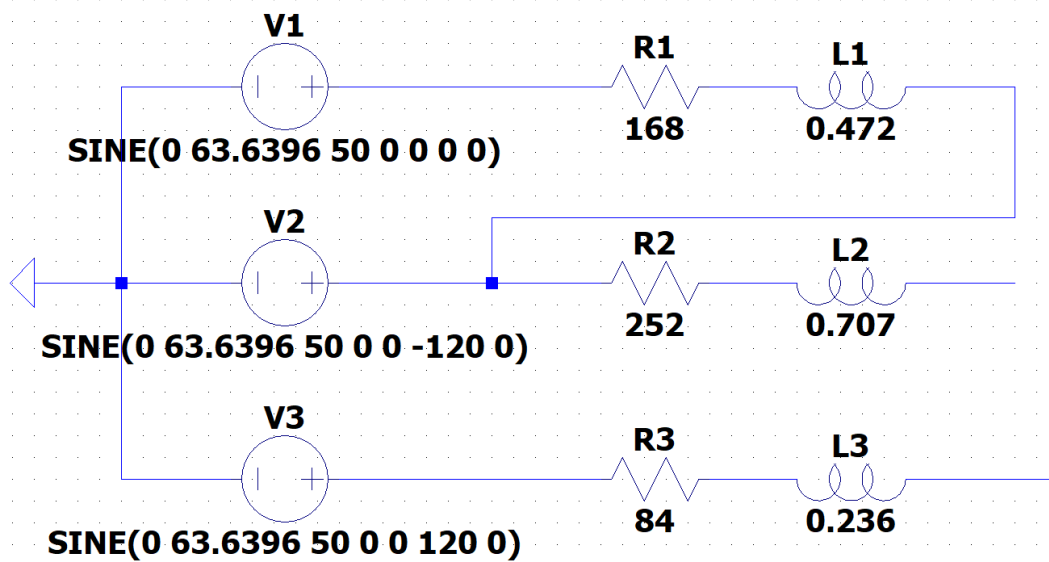
2) Схема №2



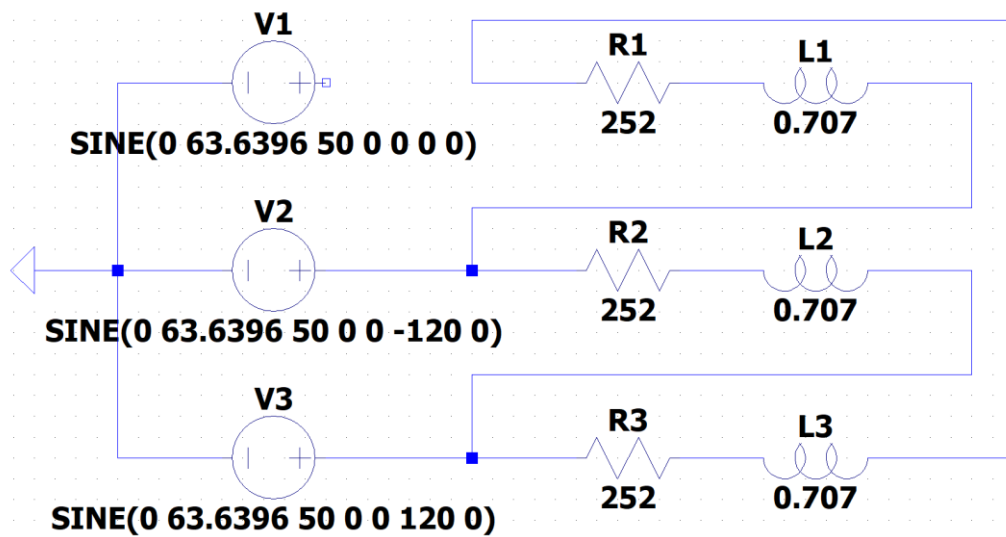
3) Схема №3



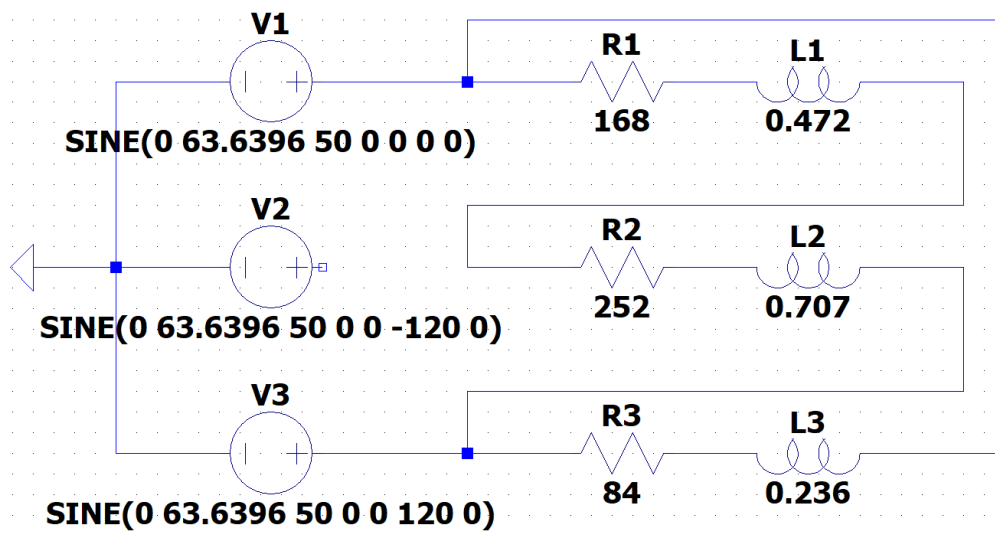
4) Cxema №4



5) Cxema №5



6) Cxema №6



Заполненная таблица 3.2

№	Вид нагрузки		Ia, А	Ib, А	Ic, А	Iab, А	Ibc, А	Ica, А	Pab, Вт	Pbc, Вт	Pca, Вт	Zab, Ом	Zbc, Ом	Zca, Ом
1	Симметричная нагрузка	Изм	0,401	0,402	0,402	0,232	0,232	0,232	13,064	13,063	13,064	335,91 2	335,91 2	335,91 2
		Выч	0,402	0,402	0,402	0,232	0,232	0,232	13,064	13,063	13,064	335,91 2	335,91 2	335,91 2
2	Несимметричная нагрузка	Изм	0,917	0,505	0,836	0,348	0,232	0,696	19,603	13,063	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0
		Выч	0,920	0,505	0,836	0,348	0,232	0,696	19,603	13,063	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0
3	Обрыв одной фазы нагрузки	Изм	0,915	0,348	0,696	0,348	0,000	0,696	19,603	0	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0
		Выч	0,920	0,348	0,696	0,348	0,000	0,696	19,603	0	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0
4	Обрыв двух фаз нагрузки	Изм	0,345	0,348	0,000	0,348	0,000	0,000	19,603	0	0	224,08 0	335,91 2	112,04 0
		Выч	0,348	0,348	0,000	0,348	0,000	0,000	19,603	0	0	224,08 0	335,91 2	112,04 0
5	Обрыв линейного провода с симметричной нагрузкой	Изм	0,000	0,350	0,350	0,116	0,232	0,116	3,775	13,063	6,538	224,08 0	335,91 2	112,04 0
		Выч	0,000	0,350	0,350	0,116	0,232	0,116	3,775	13,063	6,538	224,08 0	335,91 2	112,04 0
6	Обрыв линейного провода с несимметричной нагрузкой	Изм	0,832	0,000	0,836	0,139	0,139	0,696	7,834	7,826	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0
		Выч	0,833	0,000	0,836	0,139	0,139	0,696	7,834	7,826	39,206	224,08 0	335,91 2	112,04 0

Расчётные формулы и расчёты

$$\underline{U}_{ab} = \underline{E}_A - \underline{E}_B$$

$$\underline{U}_{bc} = \underline{E}_B - \underline{E}_C$$

$$\underline{U}_{ca} = \underline{E}_C - \underline{E}_A$$

$$\underline{I}_{ab} = \underline{U}_{ab} \underline{Y}_{ab}$$

$$\underline{I}_{bc} = \underline{U}_{bc} \underline{Y}_{bc}$$

$$\underline{I}_{ca} = \underline{U}_{ca} \underline{Y}_{ca}$$

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca}$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab}$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc}$$

Опыт №1:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_a &= \frac{1}{\underline{Z}_{R_a} + \underline{Z}_{L_a}} = \frac{1}{252 + j\omega L_a} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} \\ &= 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{Ом}^{-1}] \end{aligned}$$

$$\underline{Y}_b = \frac{1}{\underline{Z}_{R_b} + \underline{Z}_{L_b}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{Y}_c = \frac{1}{\underline{Z}_{R_c} + \underline{Z}_{L_c}} = \frac{1}{252 + j314,159 \cdot 0,707} = 0,003e^{-j41,393^\circ} [\text{Ом}^{-1}]$$

$$\underline{E}_A = E_A e^{j0^\circ} = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{E}_B = E_B e^{-j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{E}_C = E_C e^{j120^\circ} = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} [\text{В}]$$

$$\underline{U}_{ab} = \underline{E}_A - \underline{E}_B = 44,998 \cdot e^{j0^\circ} - 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} = 77,938e^{j30^\circ}$$

$$\underline{U}_{bc} = \underline{E}_B - \underline{E}_C = 44,998 \cdot e^{-j120^\circ} - 44,998 \cdot e^{j120^\circ} = 77,938e^{j30^\circ}$$

$$\underline{U}_{ca} = \underline{E}_C - \underline{E}_A = 44,998 \cdot e^{j120^\circ} - 44,998 \cdot e^{j0^\circ} = 77,938e^{j30^\circ}$$

$$\underline{I}_{ab} = \underline{U}_{ab} \underline{Y}_{ab} = 77,938e^{j30^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,232e^{-j11,393^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_{bc} = \underline{U}_{bc} \underline{Y}_{bc} = 77,938e^{j30^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,232e^{-j11,393^\circ} [\text{А}]$$

$$\underline{I}_{ca} = \underline{U}_{ca}\underline{Y}_{ca} = 77,938e^{j30^\circ} \cdot 0,003e^{-j41,393^\circ} = 0,232e^{j108,608^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca} = 0,232e^{-j11,393^\circ} - 0,232e^{j108,608^\circ} = 0,402e^{-j41,393^\circ} [\text{A}]$$

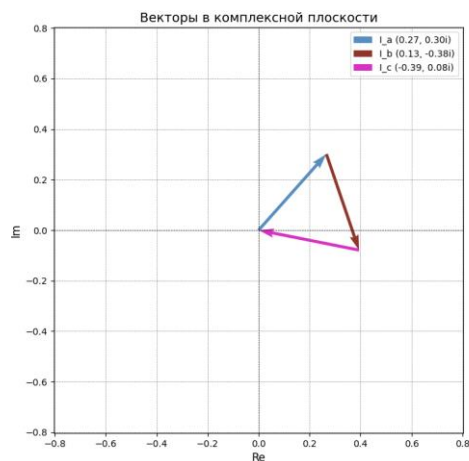
$$\underline{I}_B = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab} = 0,232e^{-j131,393^\circ} - 0,232e^{-j11,393^\circ} = 0,402e^{-j161,393^\circ} [\text{A}]$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc} = 0,232e^{j108,608^\circ} - 0,232e^{-j131,393^\circ} = 0,402e^{j78,608^\circ} [\text{A}]$$

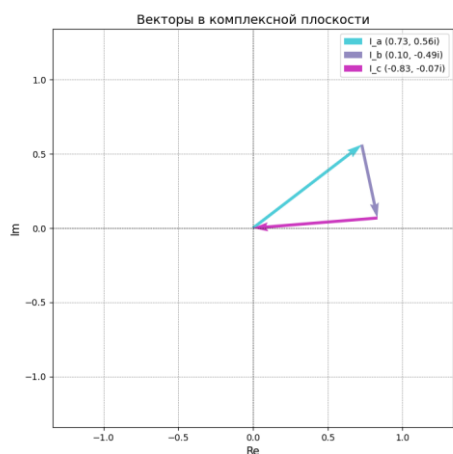
Векторные диаграммы напряжений и токов приёмника

Все диаграммы построены для токов источников, а не приемников!

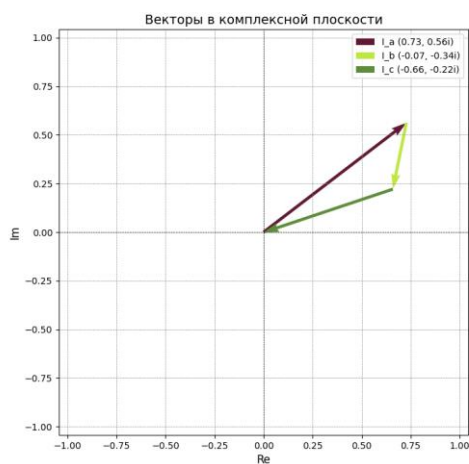
1.



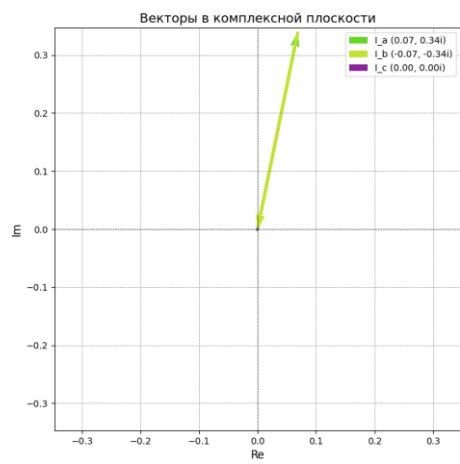
2.



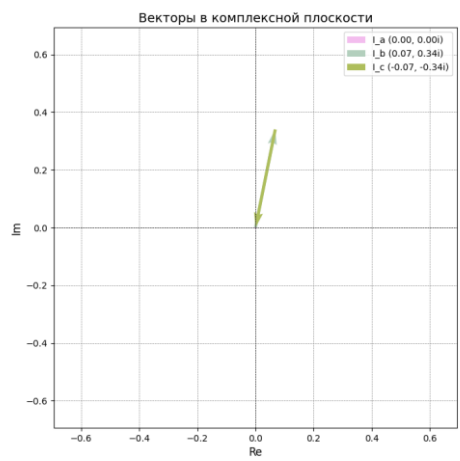
3.



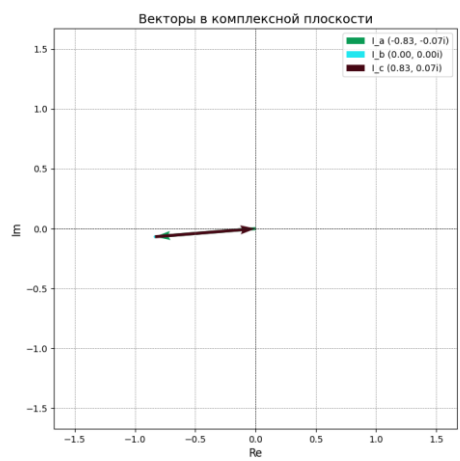
4.



5.



6.



Выводы по работе

Выполнив данную лабораторную работу, мы узнали принцип работы трёхфазных электрических цепей. Выяснили как соотносятся между собой значения элементов цепи со способом соединения трёхфазной цепи и с равномерной, и неравномерной нагрузкой и с наличием и отсутствием нулевого провода. Заметим, что наличие нулевого провода балансирует напряжения на фазах в независимости от того какой ток протекает в этих фазах.