

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

## **Рабочая тетрадь**

Преподаватель: Навроцкая Л.В.

Факультет: ЦиТХИН

Студент: Мохов М.Г.

Группа: КС-34 Вариант 11

Зачёт: \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024г.

## Лабораторно-практическое занятие №1

# ЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

### Цель работы:

Исследовать цепи постоянного тока.

1. Рассчитать цепь при заданных параметрах.
2. Исследовать цепь при заданных параметрах.
3. сравнить результаты расчёта и исследования цепи.
4. Записать выводы по результатам.

### Ход работы:

1. Рассчитать цепь. рис. 1

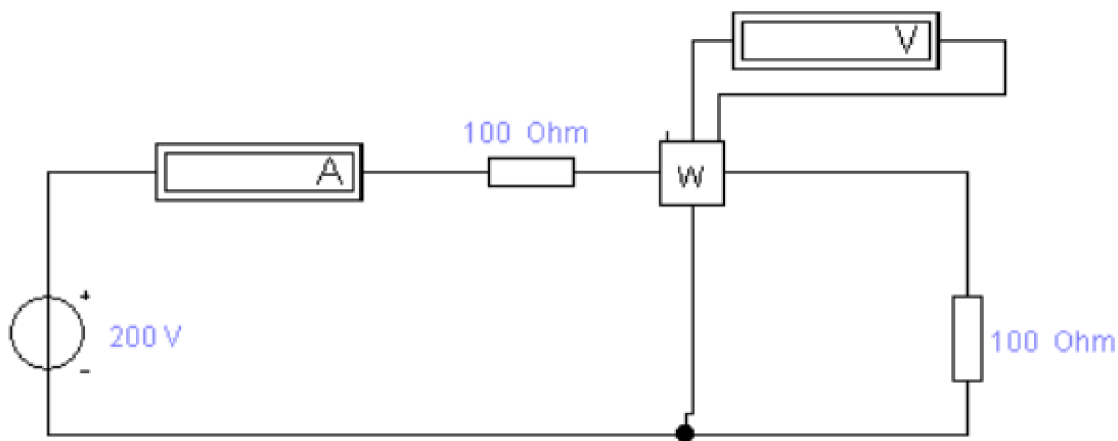


рис. 1: Расчётная цепь.

2. Заполнить таблицу.

Параметры цепи	0	100	310	610	710	910
Ток, $I$ , [A]	2	1	0.49	0.33	0.25	0.2
Мощность источника, $P_{\text{ист}} = E \cdot I$ [Вт]	400	200	98	66	50	40
Мощность нагрузки, $P_{\text{наг}} = I^2 \cdot R$ [Вт]	0	100	74.431	55.539	44.375	36.4
К.П.Д. цепи, $\eta = \left( \frac{P_{\text{наг}}}{P_{\text{ист}}} \right) \cdot 100\%$	0	0.5	0.7595	0.8415	0.8875	0.91

табл. 1: Расчётная таблица

### 3. Графики.

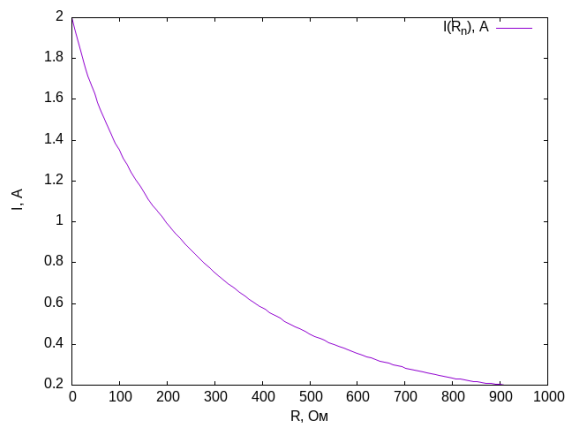


рис. 2: График силы тока от напряжения резистора.

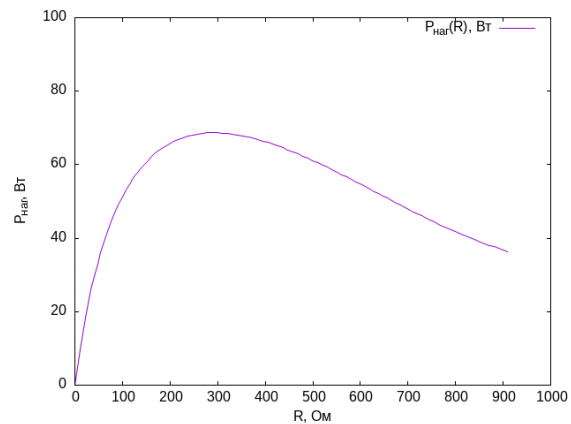


рис. 4: График мощности нагрузки от напряжения резистора.

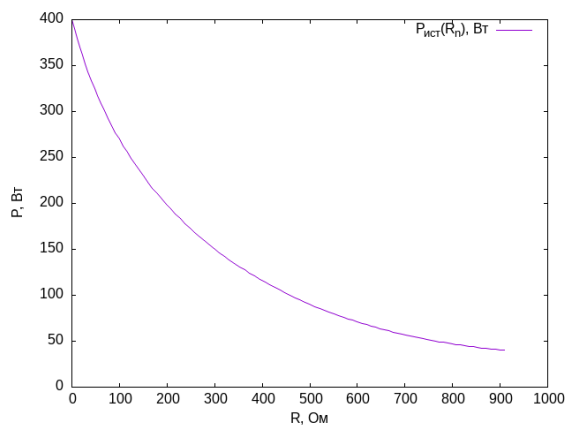


рис. 3: График мощности источника от напряжения резистора.

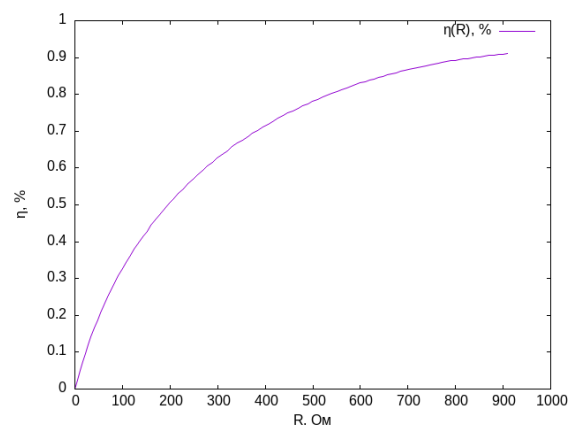


рис. 5: График К.П.Д. от напряжения.

### Вывод

В ходе лабораторной работы я рассчитал цепь рис. 1 при различных значениях напряжения в соответствии с заданными параметрами. При увеличении сопротивления резистора мощность источника уменьшается. Так же при увеличении сопротивления наблюдается уменьшение мощности нагрузки и сила тока. В свою очередь К.П.Д. возрастает по мере увеличения сопротивления.

## РЕАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

### Цели.

1. Рассчитать и построить зависимость сопротивления катушки и конденсатора от частоты питания.
2. Снять экспериментально и построить зависимость реактивного сопротивления катушки от частоты источника питания.
3. Сравнить рассчитанные и полученные результаты.
4. Записать вывод по результатам.

### Ход решения.

1. Цепь.

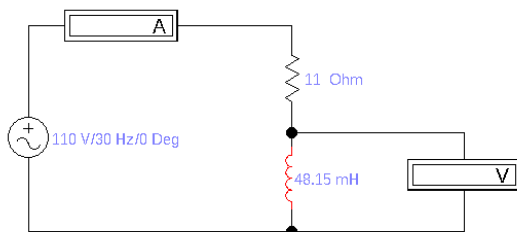


рис. 6: Схема с катушкой.

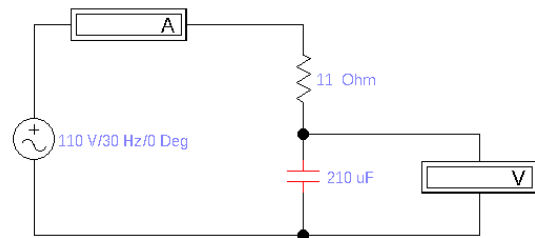


рис. 7: Схема с конденсатором.

2. Рассчётные и экспериментальные значения.

Элементы и параметры цепи			Частота, Гц									
Катушка	Расч	$X_L, [\text{Ом}]$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	Эксп	$U_L, [\text{В}]$	9.07	12.1	15.12	18.14	21.17	24.19	27.21	30.24	33.26	36.29
		$I_L, [\text{А}]$	70.53	81.88	89.34	94.4	97.89	100.4	102.2	103.5	104.6	105.4
		$X_L = \frac{U_L}{I_L}, [\text{Ом}]$	7.67	6.68	5.83	5.13	4.56	4.09	3.7	3.38	3.1	2.87
Конденсатор	Расч	$X_C, [\text{Ом}]$	9.2	12.26	15.32	18.39	21.45	24.52	27.59	30.63	33.73	36.79
	Эксп	$U_C, [\text{В}]$	25.28	18.96	15.17	12.64	10.83	9.48	8.43	7.58	6.89	6.32
		$I_C, [\text{А}]$	100.7	94.82	88.64	82.48	76.64	71.23	66.31	61.87	57.84	54
		$X_C = \frac{U_C}{I_C}, [\text{Ом}]$	4.04	5.07	5.92	6.61	7.17	7.62	7.98	8.27	8.5	8.7

табл. 2: Результаты вычисления расчётных и экспериментальных значений.

### 3. Графики

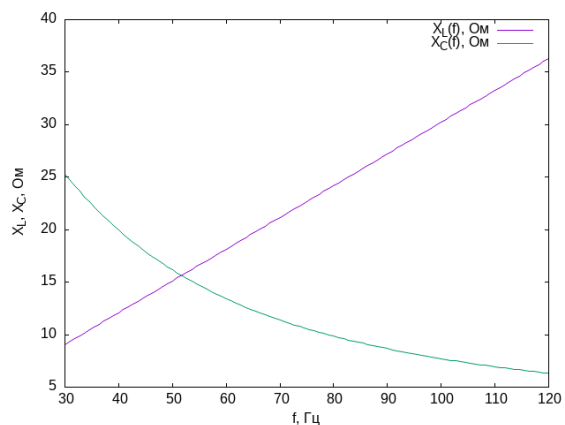


рис. 8: Графики расчётных данных.

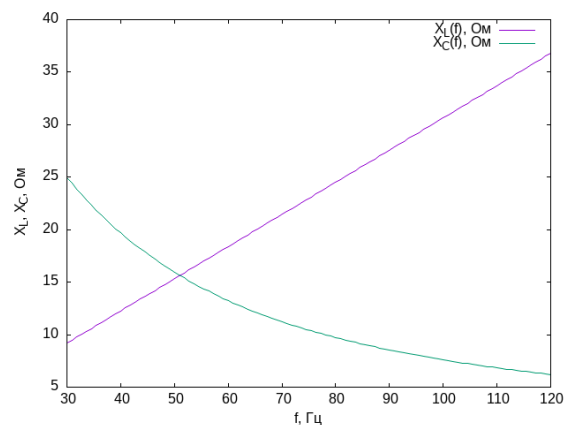


рис. 9: Графики экспериментальных данных.

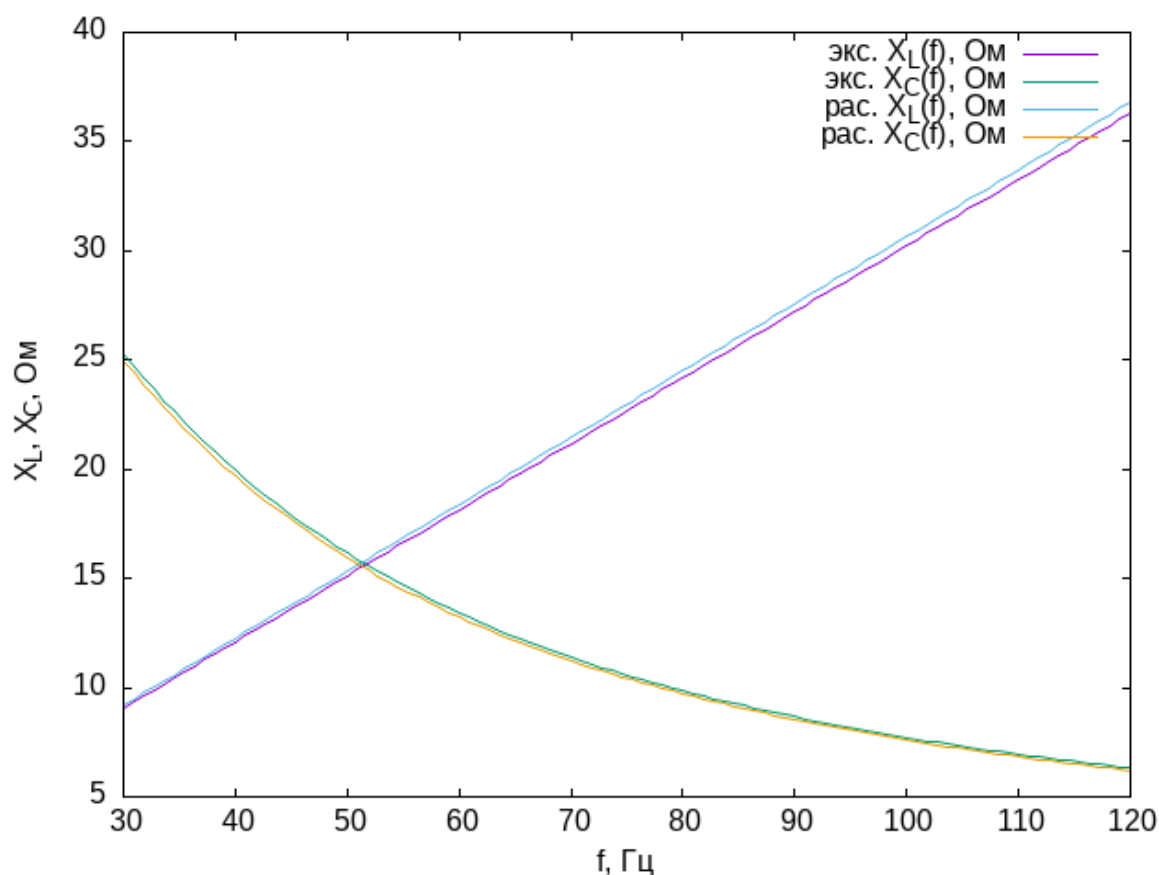


рис. 10: Сравнение графиков расчётных и экспериментальных данных.

Из графиков видно, что данные расчётные данные совпадают с экспериментальными в пределах допустимой погрешности.

### Вывод

В ходе лабораторной работы я рассчитал цепи рис. 6 и рис. 7 при заданных частотах источника. В результате сопротивление конденсатора обратно пропорционально частоте, а сопротивление катушки прямо пропорционально частоте. В результате графики экспериментальных данных достаточно точно совпали с графиками расчётных данных.

Графики сопротивления катушки и конденсатора пересекаются в точке  $\sim 50$  Гц. В этой точке происходит резонанс сопротивлений ( $X_L = X_C$ ). Таким образом точка резонанса находится около 50 Гц.

## Лабораторно-практическое занятие №3

# РЕЗОНАНСЫ В ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

### Цель

- Собрать цепь для наблюдения резонанса напряжения.
- Посчитать параметры цепи, в которой наблюдается резонанс напряжения.
- Собрать цепь для наблюдения резонанса токов.
- Посчитать параметры цепи, в которой наблюдается резонанс токов.

### Ход решения.

#### №1 резонанс напряжения.

1. Цепь.

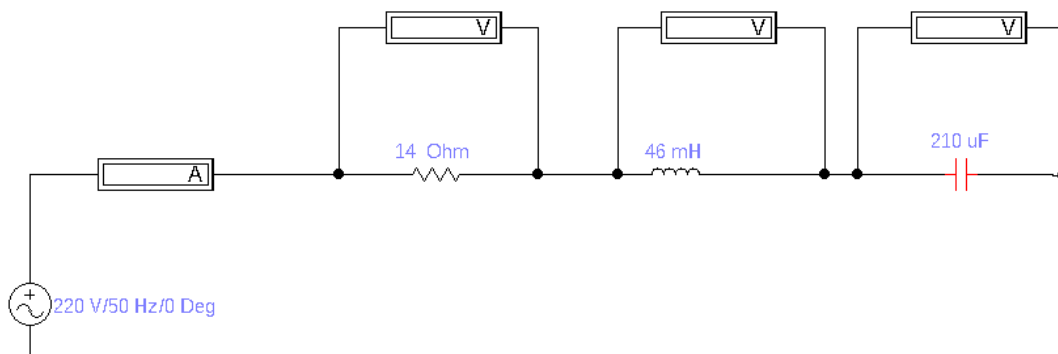


рис. 11: Цепь для наблюдения резонанса напряжения.

2. Экспериментальные значения.

$C, [\text{мкФ}]$	$I, [\text{A}]$	$U_R, [\text{В}]$	$U_L, [\text{В}]$	$U_C, [\text{В}]$
170	15.2	212.1	221.9	280.1
180	15.4	215.6	225.5	268.9
190	15.6	218	228	257.5
200	15.7	219.3	229.4	246.2
210	15.7	219.9	230	235.1
220	15.7	219.9	230	224.4
230	15.7	219.4	229.5	214.1
240	15.6	218.6	228.7	204.5
250	15.5	217.6	227.6	195.4

табл. 3: Таблица экспериментальных значений.

3. Расчётные данные. Значения были посчитаны по формулам:

$$R = \frac{U_R}{I}; X_L = \frac{U_L}{I}; X_C = \frac{U_C}{I}; X = X_L - X_C; Z = \frac{U}{I}$$

$$P = R * I^2; Q = X * I^2; S = U * I \varphi = \arctan\left(\frac{X}{R}\right)$$

$C$	$I$	$U_R$	$U_L$	$U_C$	$R$	$X_L$	$X_C$	$Z$	$X$	$P$	$Q$	$S$	$\varphi$
170	15.2	212.1	221.9	280.1	14	14.6	18.5	14.5	-3.8	3213.3	-881.7	3333	-0.3
180	15.4	215.6	225.5	268.9	14	14.6	17.5	14.3	-2.8	3320.2	-668.4	3388	-0.2
190	15.6	218	228	257.5	14	14.6	16.5	14.1	-1.9	3394.3	-459.3	3425.4	-0.1
200	15.7	219.3	229.4	246.2	14	14.6	15.7	14	-1.1	3436.4	-263.3	3447.4	-0.1
210	15.7	219.9	230	235.1	14	14.6	15	14	-0.3	3454.6	-80.1	3456.2	0
220	15.7	219.9	230	224.4	14	14.6	14.3	14	0.4	3454.6	88	3456.2	0
230	15.7	219.4	229.5	214.1	14	14.6	13.7	14	1	3438	241.3	3447.4	0.1
240	15.6	218.6	228.7	204.5	14	14.6	13.1	14.1	1.5	3414.5	378	3436.4	0.1
250	15.5	217.6	227.6	195.4	14	14.6	12.6	14.2	2.1	3381.5	500.4	3418.8	0.1

рис. 12: Таблица расчётных значений.

4. Графики экспериментальных данных.

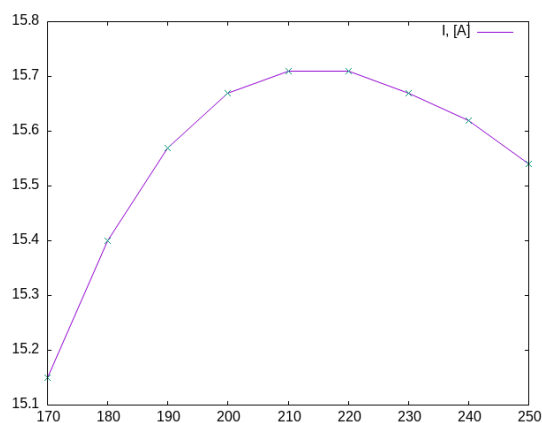


рис. 13: График Силы Тока.  $I(C)$ , [A]

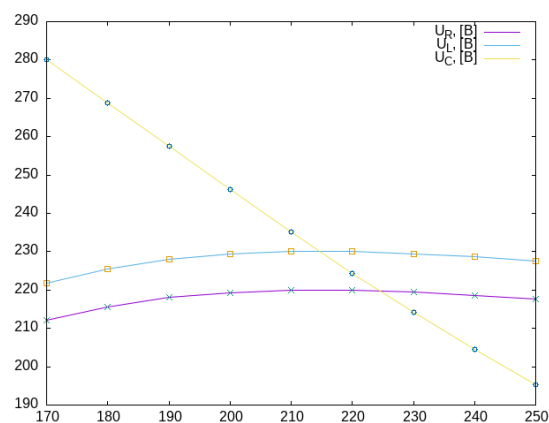


рис. 14: График напряжений.  $U_R(C)$ , [B],  
 $U_L(C)$ , [B],  $U_C(C)$ , [B]

5. Графики расчётных данных.

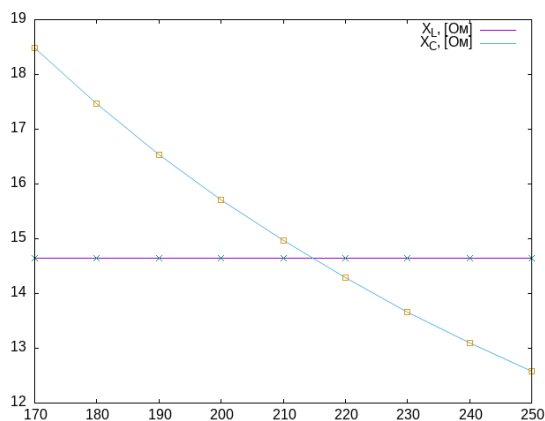


рис. 15: Графики сопротивлений.  
 $R(C)$ , [Ом],  $X_L(C)$ , [Ом],  $X_C(C)$ , [Ом]

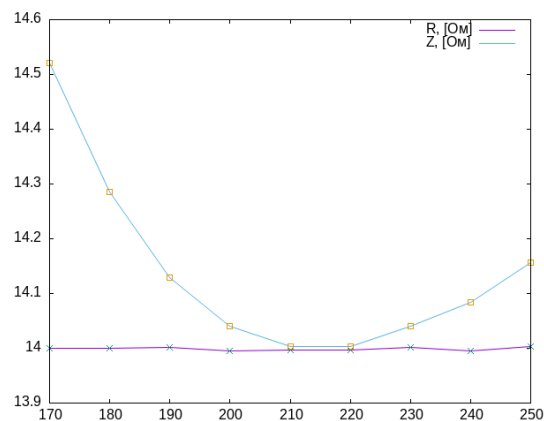


рис. 16: Графики сопротивлений.  
 $R(C)$ , [Ом],  $Z(C)$ , [Ом]



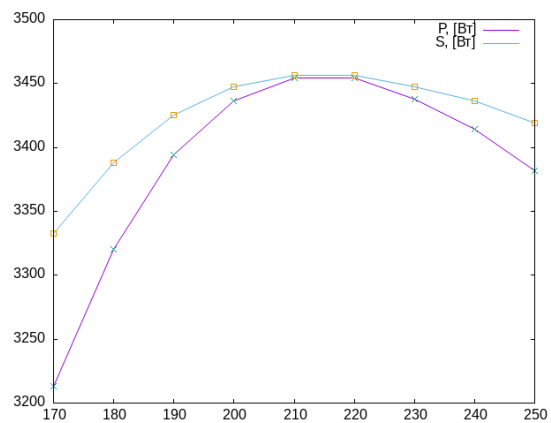


рис. 17: Графики мощностей.  $P(C)$ , [Вт],  
 $S(C)$ , [Вт]

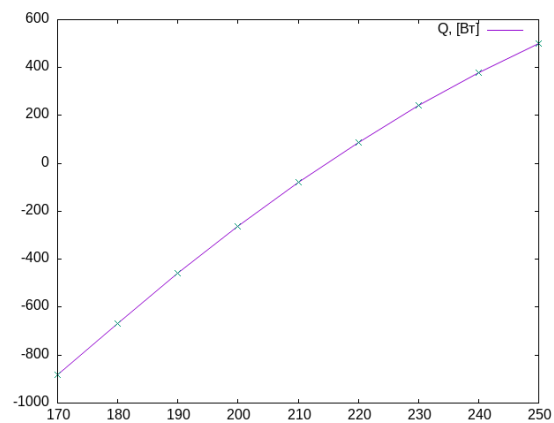


рис. 18: График мощности.  $Q(C)$ [Вт]

#### 6. Векторная диаграмма резонанса напряжений.

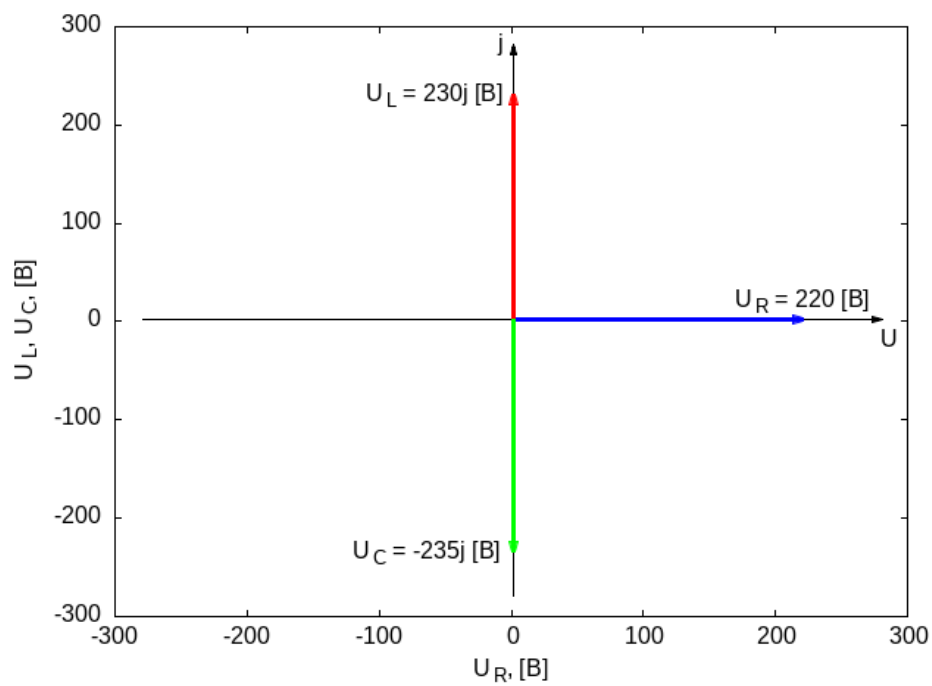


рис. 19: Векторная диаграмма резонанса напряжений.

## №2 резонанс токов.

1. Цепь.

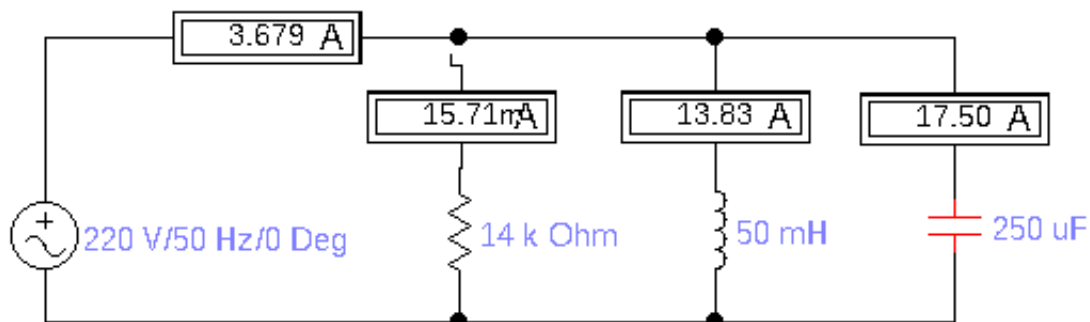


рис. 20: Цепь для наблюдения резонанса токов.

2. Экспериментальные значения.

$C, [\text{мкФ}]$	$I, [\text{мА}]$	$I_R, [\text{А}]$	$I_L, [\text{А}]$	$I_C, [\text{А}]$
170	16	15.7	15	11.9
180	15.9	15.7	15	12.6
190	15.8	15.7	15	13.3
200	15.8	15.7	15	14
210	15.7	15.7	15	14.7
220	15.7	15.7	15	15.4
230	15.8	15.7	15	16.1
240	15.8	15.7	15	16.8
250	15.9	15.7	15	17.5

табл. 4: Таблица экспериментальных значений.

3. Расчётные данные.

$C, [\text{мкФ}]$	$I, [\text{А}]$	$I_R, [\text{А}]$	$I_L, [\text{А}]$	$I_C, [\text{А}]$	$Y, [\text{См}]$	$G, [\text{См}]$	$B, [\text{См}]$	$S, [\text{ВТ}]$	$P, [\text{ВТ}]$	$\cos \varphi$
170	16.02	15.71	15.03	11.9	0.073	0.071	-0.014	3524.4	3456.2	0.981
180	15.9	15.71	15.03	12.6	0.072	0.071	-0.011	3498	3456.2	0.988
190	15.81	15.71	15.03	13.3	0.072	0.071	-0.008	3478.2	3456.2	0.994
200	15.75	15.71	15.03	14	0.072	0.071	-0.005	3465	3456.2	0.997
210	15.72	15.71	15.03	14.7	0.071	0.071	-0.002	3458.4	3456.2	0.999
220	15.72	15.71	15.03	15.4	0.071	0.071	0.002	3458.4	3456.2	0.999
230	15.75	15.71	15.03	16.11	0.072	0.071	0.005	3465	3456.2	0.997
240	15.81	15.71	15.03	16.8	0.072	0.071	0.008	3478.2	3456.2	0.994
250	15.91	15.71	15.03	17.5	0.072	0.071	0.011	3500.2	3456.2	0.987

табл. 5: Таблица расчётных значений.

#### 4. Графики

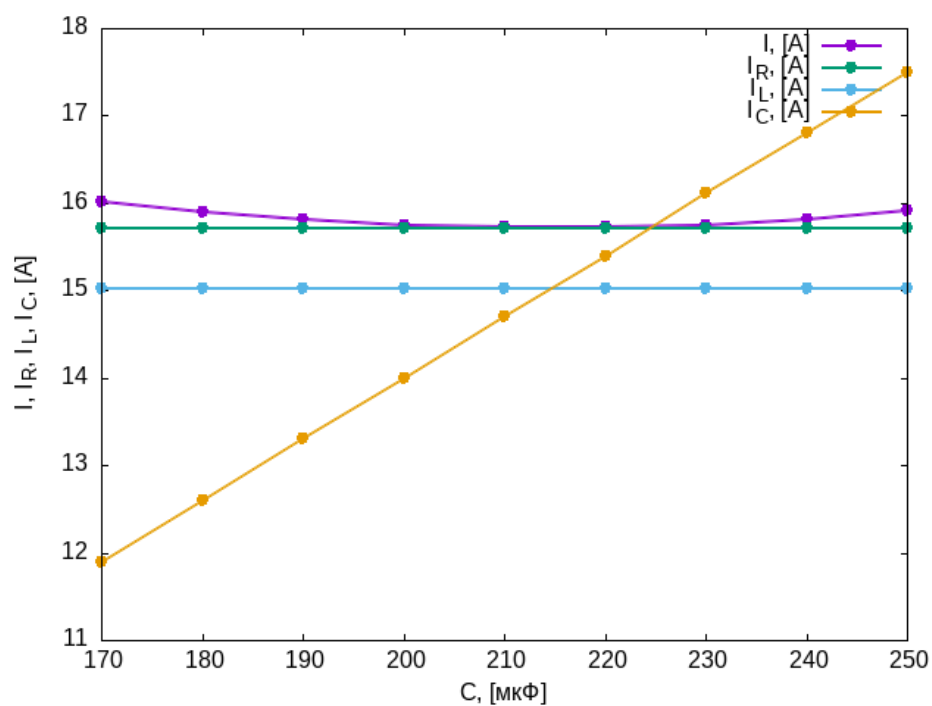


рис. 21: График сил тока от ёмкости конденсатора.

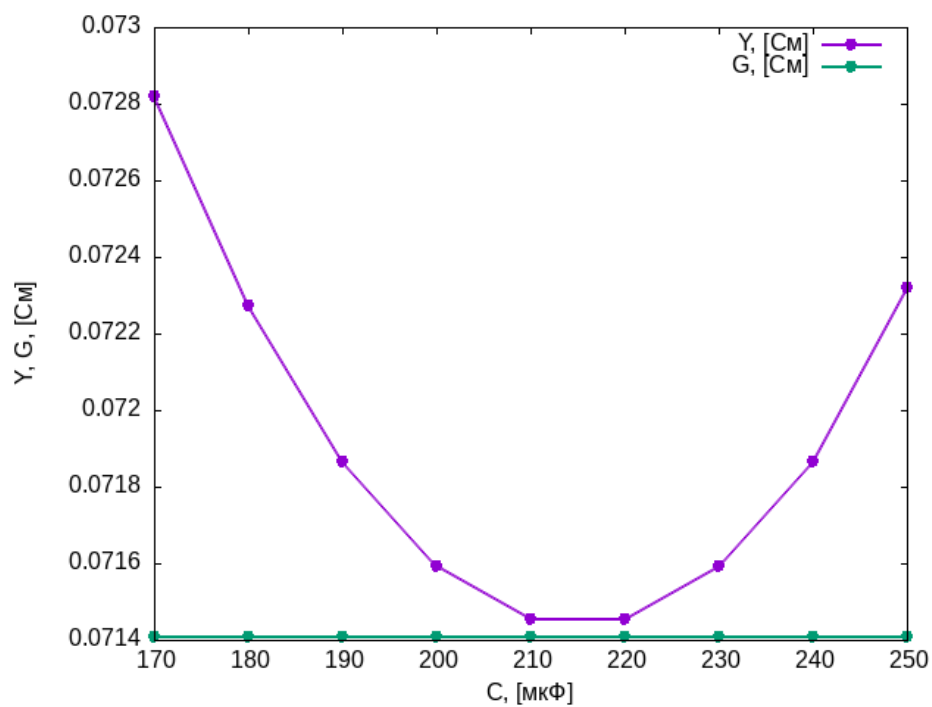


рис. 22: График проводимостей от ёмкости конденсатора.

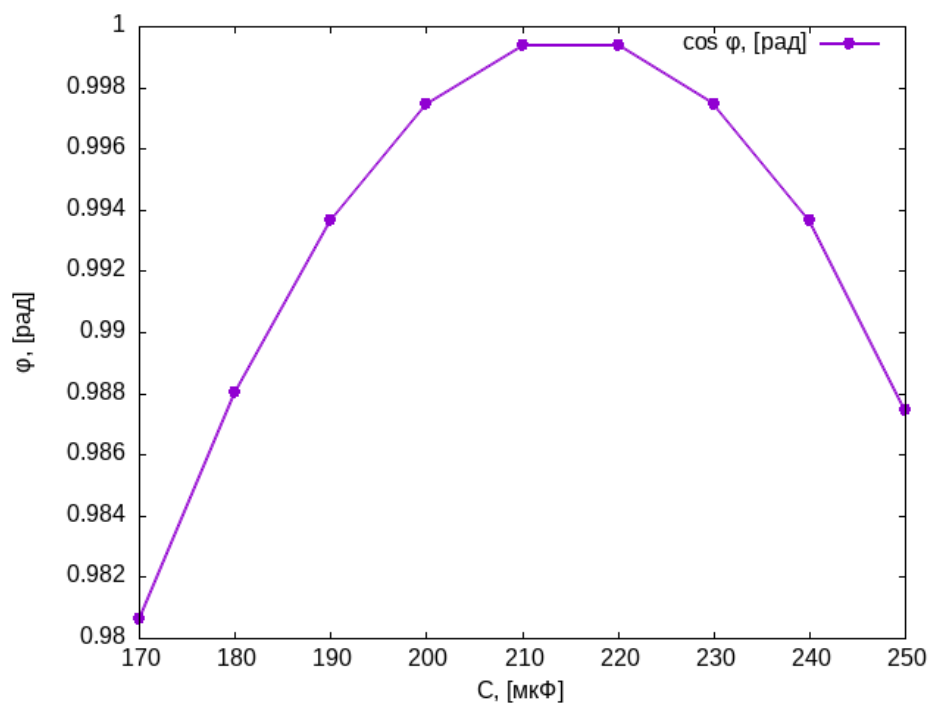


рис. 23: График  $\cos \varphi$  от ёмкости конденсатора.

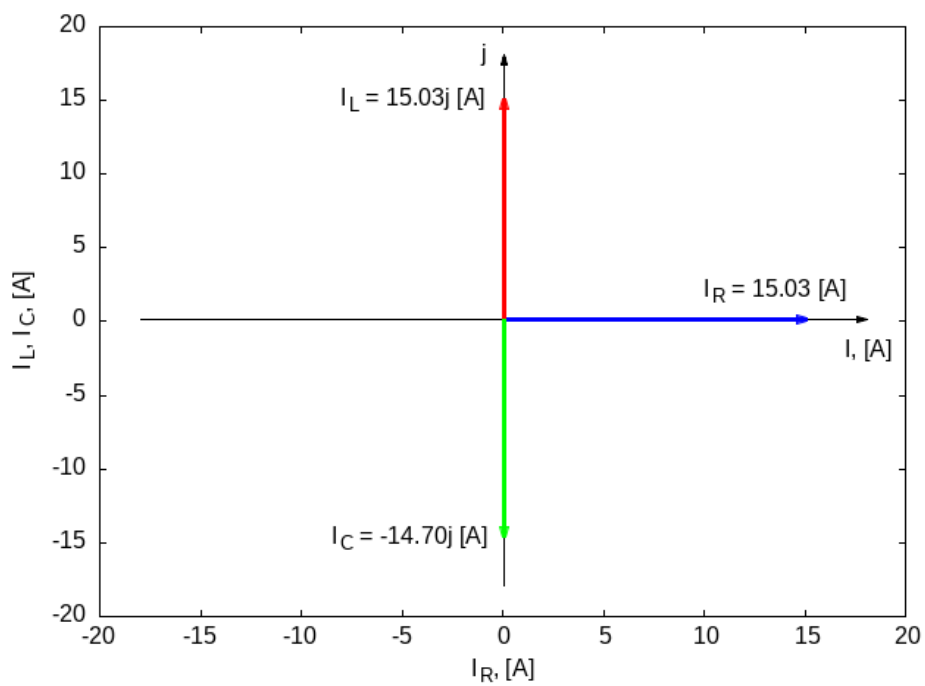


рис. 24: Векторная диаграмма векторов токов в момент резонанса.

## **Вывод**

В ходе лабораторной работы я подтвердил наличие резонансного поведения в исследуемых электрических цепях путём экспериментальных вычислений. Эксперимент проводился как для последовательного, так и для параллельных соединений. Результаты эксперимента совпали с теоретическими предположениями.

Эксперимент подтвердил, что резонанс в цепи возникает при равенстве сопротивлений (или электро проводимостей) реактивных элементов. Подобный эффект наблюдается и при последовательном, и при параллельных подключениях.

## Лабораторно-практическое занятие №4

# ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ

### Цель работы:

1. Изучить схемы соединения трехфазных цепей.
2. Экспериментально определить соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами.
3. Построить векторные диаграммы напряжений и токов для симметричных режимов.

### Ход работы:

#### Соединение «Звезда»:

1. Цепь.

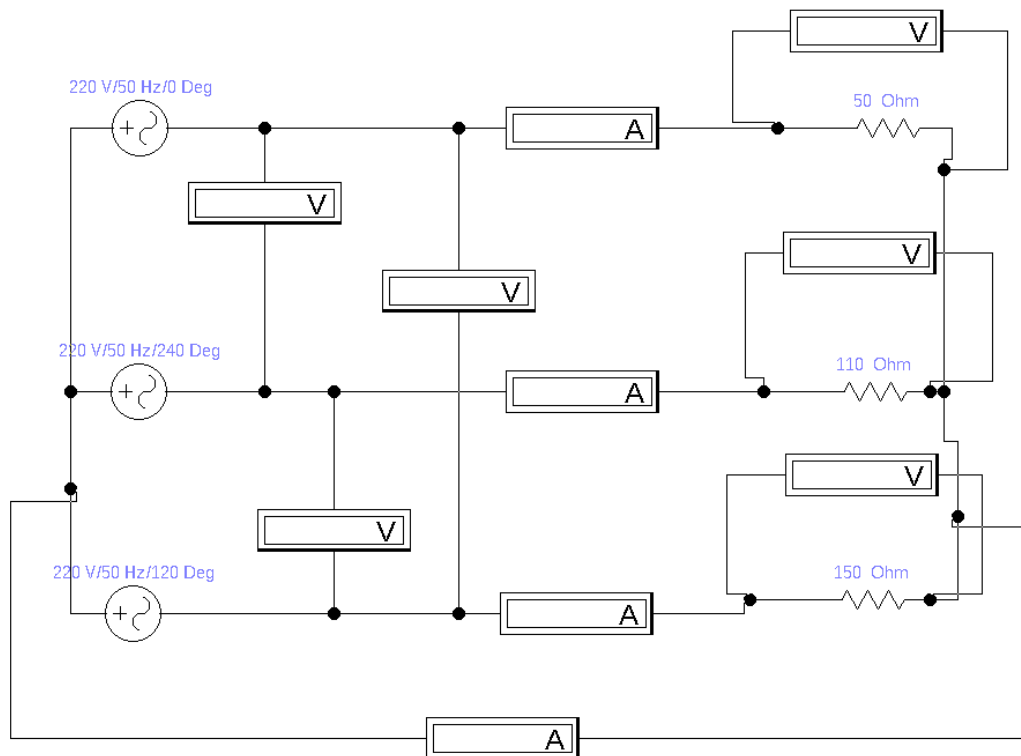


рис. 25: Цепь «Звезда».

2. Расчётные и экспериментальные данные:

Режим цепи		Измерить											Рассчитать			
		$U_A$	$U_B$	$U_C$	$U_n$	$U_{AB}$	$U_{AC}$	$U_{BC}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_n$	$P_A$	$P_B$	$P_C$	$P_{\Sigma}$
с нейт. пров.	симм.	220	220	220	-	381	381	381	2	2	2	0	440	440	440	1320
	несимм.	220	220	220	-	381	381	381	4.4	2	1.5	2.7	968	440	330	1738
без нейт. пров.	симм.	220	220	220	0	381	381	381	2	2	2	-	2.7	440	440	440
	несимм.	146	256	274	75.7	381	381	381	2.9	2.3	1.8	-	2.7	423.4	588.8	493.2

табл. 6: Таблица значений цепи «Звезда».

### 3. Векторные диаграммы:

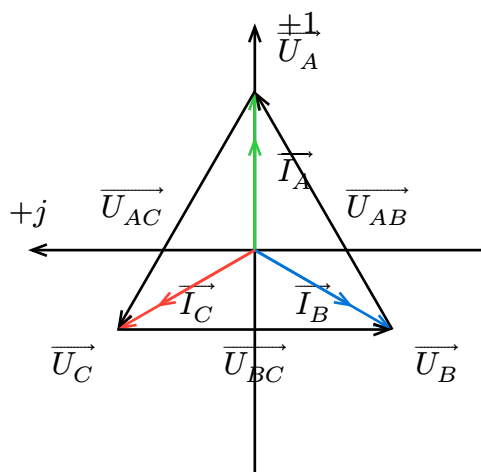


рис. 26: Векторная диаграмма симметричной цепи «Звезда» с нейтральным проводом.

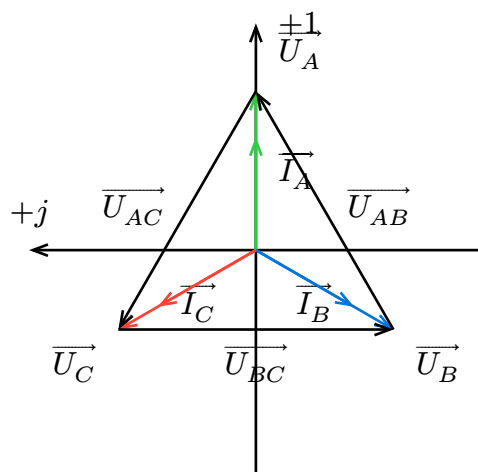


рис. 28: Векторная диаграмма симметричной цепи «Звезда» без нейтрального провода.

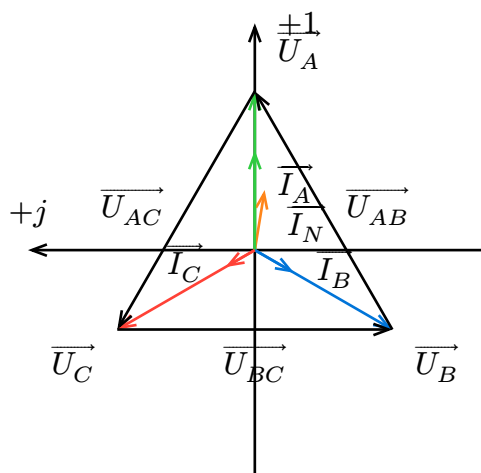


рис. 27: Векторная диаграмма цепи не симметричной «Звезда» с нейтральным проводом.

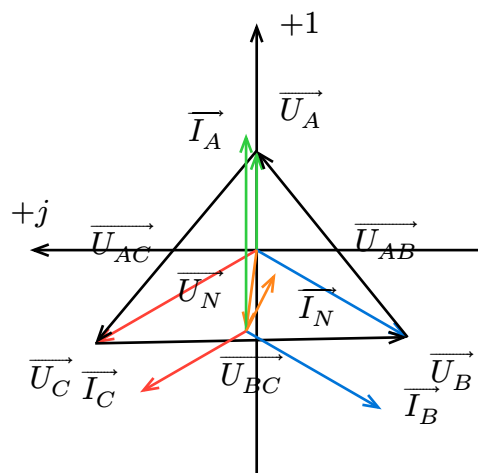


рис. 29: Векторная диаграмма симметричной цепи «Звезда» без нейтрального провода.

## Соединение «Треугольник»

### 1. Цепь

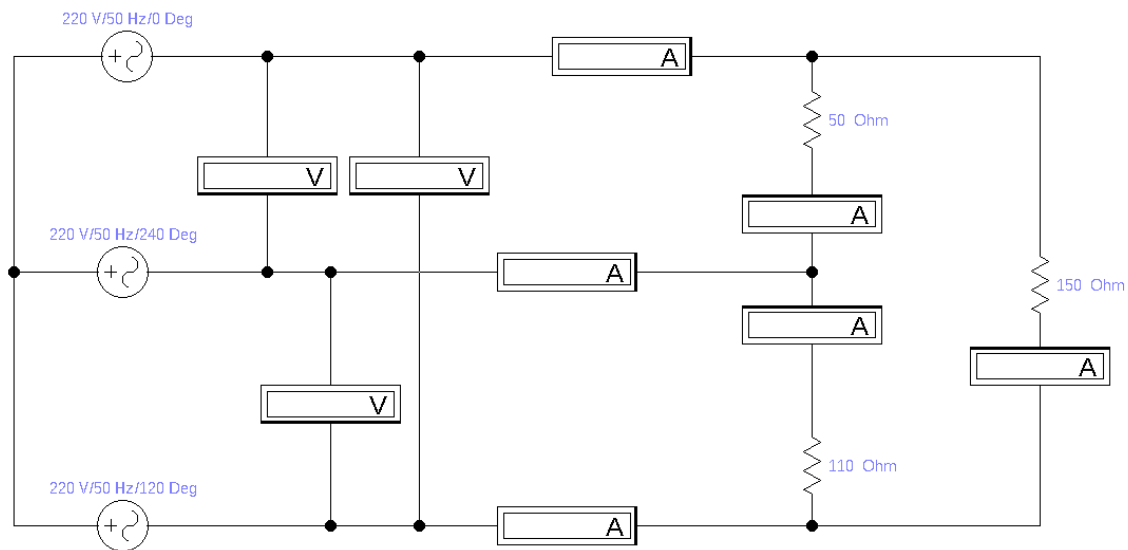


рис. 30: Цепь «Треугольник».

### 2. Расчётные и экспериментальные данные:

Режим цепи		Измерить									Рассчитать			
		$U_{AB}$	$U_{AC}$	$U_{BC}$	$I_{AB}$	$I_{AC}$	$I_{BC}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$P_A$	$P_B$	$P_C$	$P_{\text{эф}}$
симм.		381.1	381.1	381.1	3.5	3.5	3.5	6	6	6	1318.6	1318.6	1318.6	3955.8
несимм.	обрыв фазы	381.1	381.1	381.1	-	3.5	2.5	2.5	3.5	5.2	1318.6	1318.6	968	3605.2
	обрыв фазы	95.3	285.8	381.1	1.9	1.9	3.5	0	1.9	5.4	181	543	1318.6	2042.6

табл. 7: Таблица значений цепи «Треугольник».

### 3. Векторная диаграмма:



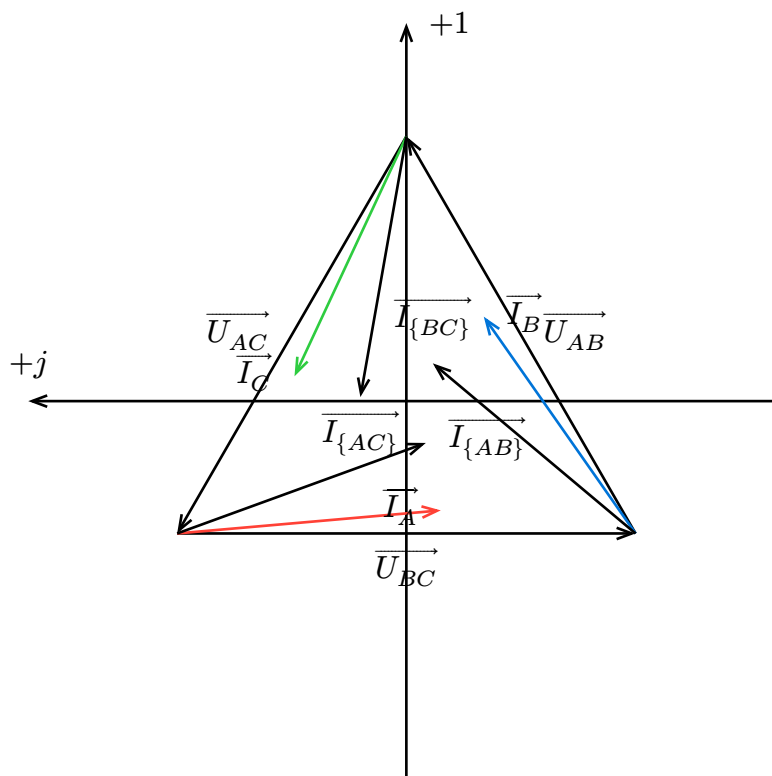


рис. 31: Векторная диаграмма симметричной цепи «Звезда» без нейтрального провода.

## Вывод

В ходе лабораторной работы я изучил различные схемы соединения трёхфазных цепей: «Звезда», «Треугольник».

Проведённые эксперименты подтверждают теоретические соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами. По результатам измерений видно, что для симметричных режимов трёхфазных цепей линейные и фазные величины находятся в определенной зависимости.

Векторные диаграммы демонстрируют изменения в напряжениях и токах при различных условиях, таких как наличие или отсутствие нейтрального провода и при возникновении обрывов фаз и линий.