

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Кафедра теоретических основ электротехники

Лабораторная работа № 16  
“Исследование трёхфазной цепи при соединении звездой”

Проверил:  
доц. кафедры  
Петровский И. И.

Выполнил:  
ст. группы 120602

Минск 2013

# 1 Цели работы

1. Изучение основных свойств симметричной и несимметричной трёхфазных систем при соединении звездой.
2. Опытное определение соотношений между линейными и фазными напряжениями и токами при различных нагрузках отдельных фаз.
3. Выяснение роли нейтрального провода в цепи.
4. Измерение мощности в трёхфазной цепи методом двух ваттметров.
5. Построение векторных диаграмм по экспериментальным данным.

# 2 Домашнее задание

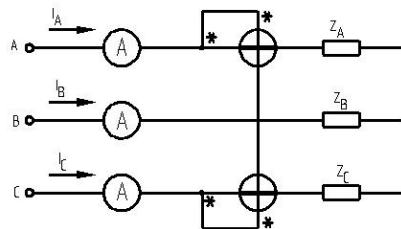


Рисунок 2.1. Исходная схема

№ варианта	Линейное напряжение, В	Количество элементов в фазе			Регулируемая фаза
		Фаза А	Фаза Б	Фаза С	
4	33	7	5	3	А

Таблица 1: Данные для расчета

1. Для трёхфазной трёхпроводной цепи (рис. 2.1) по данным из таблицы:

- Определим напряжение между нулевыми узлами:

$$\dot{U}_{AB} = 33 * e^{j30^\circ} = 28.759 + 16,500j \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_{BC} = 33 * e^{-j90^\circ} = -33j \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_{CA} = 33 * e^{j150^\circ} = -28.579 + 16,500j \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_A = U_f = 19,053 \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_B = U_f * e^{-j120^\circ} = -9,526 - 16,5j \text{ (В)}$$

$$\dot{U}_C = U_f * e^{j120^\circ} = -9,526 + 16,5j \text{ (В)}$$

$$U_l = 33 \text{ (В)}; \quad Z = 280 \text{ (Ом)}$$

$$U_f = \frac{U_l}{\sqrt{3}} = 19,053 \text{ (В)}$$

$$Y_A = \frac{7}{Z} = 25 * 10^{-3} \text{ (См)}$$

$$Y_B = \frac{5}{Z} = 17,86 * 10^{-3} \text{ (См)}$$

$$Y_C = \frac{3}{Z} = 10,7 * 10^{-3} \text{ (См)}$$

$$\dot{U}_{Nn} = \frac{\dot{U}_A Y_A + \dot{U}_B Y_B + \dot{U}_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C} = 3,814 - 2,206j \text{ (В)}$$

- Определим напряжение каждой фазы нагрузки:

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A - \dot{U}_{Nn} = 19,053 - 3,814 + 3,206j = 15,239 + 3,206j$$

$$\dot{U}_b = \dot{U}_B - \dot{U}_{Nn} = 9,526 - 16,5j - 3,814 + 3,206j = -13,340 - 13,294j$$

$$\dot{U}_c = \dot{U}_C - \dot{U}_{Nn} = 9,526 + 16,5j - 3,814 + 3,206j = -13,340 + 19,706j$$

- Определим ток в каждой фазе:

$$\dot{I}_a = \dot{U}_a Y_a = (15,239 + 3,206j) * 25 \cdot 10^{-3} = 0,381 + 0,080j = 0,389 * e^{j11,858^\circ} \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_b = \dot{U}_b Y_b = (-13,340 - 13,294j) * 17,86 \cdot 10^{-3} = -0,238 - 0,237j = 0,336 * e^{j135,12^\circ} \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_c = \dot{U}_c Y_c = (-13,340 + 19,706j) * 10,7 \cdot 10^{-3} = -0,143 + 0,211j = 0,255 * e^{j124,13^\circ} \text{ (A)}$$

- Определим активную мощность, потребляемую цепью:

$$P_1 = |\dot{U}_{AB}| |\dot{I}_a| \cos(\varphi_{U_{AB}} - \varphi_{I_a}) = 12,199 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = |\dot{U}_{CB}| |\dot{I}_c| \cos(\varphi_{U_{CB}} - \varphi_{I_c}) = 6,966 \text{ (Вт)}$$

$$P = P_1 + P_2 = 19,165 \text{ (Вт)}$$

- По данным расчёта построим векторную диаграмму:

## 2. Для трёхфазной четырехпроводной цепи:

- Выполним расчет токов и напряжений:

$$U_{Nn} = 0$$

$$\dot{I}_A = \dot{U}_a Y_a = 0,476 * e^{j0^\circ}$$

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A = 19,053 \text{ (В)}$$

$$\dot{I}_B = \dot{U}_b Y_b = 0,34 * e^{-j120^\circ}$$

$$\dot{U}_b = \dot{U}_B = -9,526 - 16,5j \text{ (В)}$$

$$\dot{I}_C = \dot{U}_c Y_c = 0,204 * e^{j120^\circ}$$

$$\dot{U}_c = \dot{U}_C = -9,526 + 16,5j \text{ (В)}$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0,118 * e^{-j90^\circ}$$

$$P_1 = |\dot{U}_{AB}| |\dot{I}_a| \cos(\varphi_{U_{AB}} - \varphi_{I_a}) = 13,6 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = |\dot{U}_{CB}| |\dot{I}_c| \cos(\varphi_{U_{CB}} - \varphi_{I_c}) = 5,83 \text{ (Вт)}$$

$$P = P_1 + P_2 = 19,43 \text{ (Вт)}$$

- По данным расчёта построим векторную диаграмму:

### 3 Ход работы

1. Сборка измерительных приборов по схеме на рис 3.2 без нулевого провода:

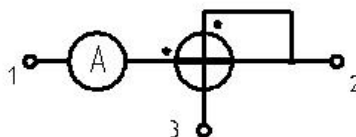


Рисунок 3.2

2. Установим в фазах приёмника нагрузки в соответствии с данными таблицы. С помощью вольтметра измерим фазные и линейные напряжения, а также напряжение смещения нейтрали. Измерим фазные токи и мощности  $P_1$  и  $P_2$ .
3. Изменяя количество нагрузочных элементов в регулируемой фазе, повторим измерения по пункту 2 для различных режимов. Результаты измерений занесем в таблицу:

№, пп	Режим работы	$U_{AB}$ , В	$U_{BC}$ , В	$U_{CA}$ , В	$U_A$ , В	$U_B$ , В	$U_C$ , В	$I_A$ , мА	$I_B$ , мА	$I_C$ , мА	$U_{Nn}$ , В	$P_1$ , Вт	$P_2$ , Вт	$P$ , Вт
1	Симметричный	32	28,5	30,3	18,1	17,2	17,3	255	240	230	0,9	7,5	7,5	22,5
2	Обрыв фазы	12,7	28,5	15,7	28,7	13,2	15,3	0	180	210	9,4	8,5	—	8,5
3	Короткое замыкание	30,6	28,4	29,4	0,03	30,7	29,2	740	420	410	17,5	35	7,5	42,5
4	Сопротивление увеличено	32,2	28,3	30,4	22,5	15,1	15,9	170	200	200	3,6	7,5	7,5	16
5	Сопротивление уменьшено	31,7	30,3	28,6	14,2	19,8	19,4	350	270	250	4,2	7,5	17,5	25
6	Домашнее задание													

Таблица 2: Результаты измерений для трехфазной цепи без нулевого провода

4. По данным таблицы построим векторные диаграммы токов и напряжений:

5. Повторим измерения для трехфазной цепи с нулевым проводом. Результаты измерений занесем в таблицу:

№, пп	Режим работы	$U_{AB},$ В	$U_{BC},$ В	$U_{CA},$ В	$U_A,$ В	$U_B,$ В	$U_C,$ В	$I_A,$ мА	$I_B,$ мА	$I_C,$ мА	$I_N,$ мА
1	Симметричный	32,2	28,7	30,6	18,6	17,5	16,7	260	250	240	0
2	Обрыв фазы	32,3	28,6	31,1	19,6	17,2	16,6	0	250	230	260
3	Сопротивление увеличено	32,5	28,8	30,9	19,1	17,4	16,7	140	250	210	0,15
4	Сопротивление уменьшено	31,9	28,9	30,4	18,0	18,0	16,7	440	250	210	0,18
5	Домашнее задание										

Таблица 3: Результаты измерений для трехфазной цепи с нулевым проводом

6. По данным таблицы построим векторные диаграммы токов и напряжений:

## 4 Вывод

В ходе лабораторной работы:

- Изучены основные свойства симметричной и несимметричной трёхфазных систем при соединении звездой.
- Опытным путём определены соотношения между фазными напряжениями и токами при разных нагрузках определённых фаз.
- Выяснена роль нейтрального провода.
- Измерены мощности в трехфазной цепи методом двух ваттметров.
- Построены векторные диаграммы по экспериментальным данным.