

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ, СОЕДИНЕННОЙ ЗВЕЗДОЙ

Цель работы. Ознакомиться со свойствами трехфазной цепи, соединенной звездой с нулевым проводом и без него, при симметричной системе напряжений источника и симметричной и несимметричной нагрузках; научиться строить векторные диаграммы для трехфазной цепи по результатам эксперимента.

Пояснения к работе

При соединении трехфазной цепи звездой линейный ток равен фазному, а линейное напряжение равно разности фазных напряжений, например: $\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B$.

В симметричном режиме $U_{л} = \sqrt{3}U_{\phi}$.

Несимметричная нагрузка в цепи без нулевого провода (рис. 8.1) вызывает появление напряжения между нейтральными точками приемника и генератора, что приводит к несимметрии фазных напряжений приемника.

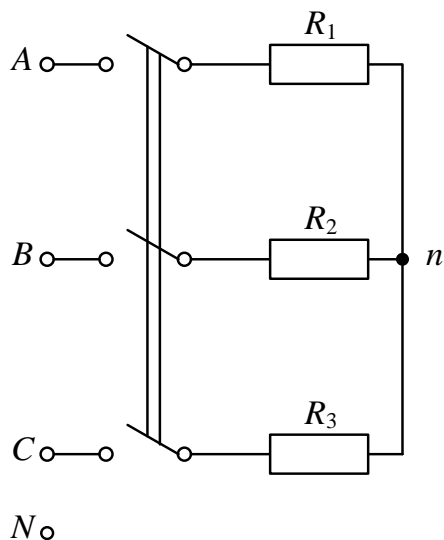


Рис. 8.1

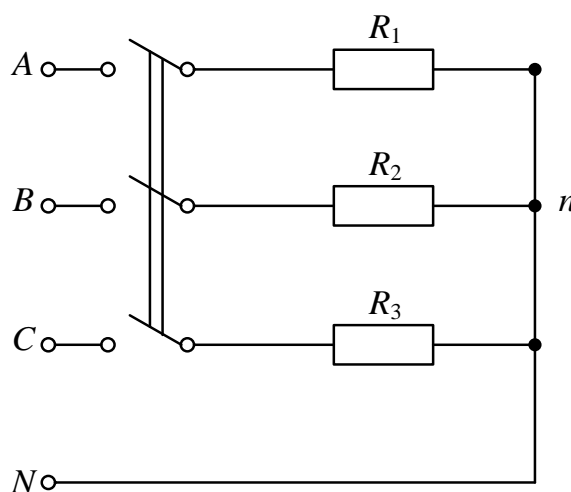


Рис. 8.2

Если к сети трехфазного тока подключить приемник, состоящий из катушки индуктивности или конденсатора и двух одинаковых активных сопротивлений, то по смещению нейтральной точки можно определить порядок чередования фаз.

В трехфазных цепях с нулевым проводом (рис. 8.2) несимметрия нагрузки вызывает ток в нулевом проводе, напряжения же фаз приемника остаются практически симметричными.

Схема электрической цепи

В работе проводится исследование цепи, схема которой показана на рис. 8.3. Питание цепи осуществляется от трех источников синусоидального напряжения частотой 50 Гц. ЭДС источников имеют одинаковую амплитуду, а их фазы сдвинуты на 120° так, что образуют симметричную систему прямой последовательности. Значения ЭДС и параметров нагрузки, соответствующие варианту цепи, нужно выбрать согласно своему варианту в табл. 8.1.

С помощью ключей $K_1 \div K_4$, номера управляющих клавиш которых соответствуют их индексам (на схеме указаны в квадратных скобках), можно изменять характер нагрузки в фазе A , а с помощью ключа K_5 – подключать и отключать нулевой провод.

Для изменения активного сопротивления фазы A следует после двойного щелчка левой кнопкой мыши, когда курсор находится на символе этого сопротивления в схеме, вдвое уменьшить или увеличить значение сопротивления по сравнению с табличным.

Вольтметр V измеряет линейное напряжение, вольтметр V_N – напряжение смещения нейтрали нагрузки, остальные – фазные напряжения нагрузки. Амперметр A_N показывает ток в нулевом проводе, остальные – линейные токи.

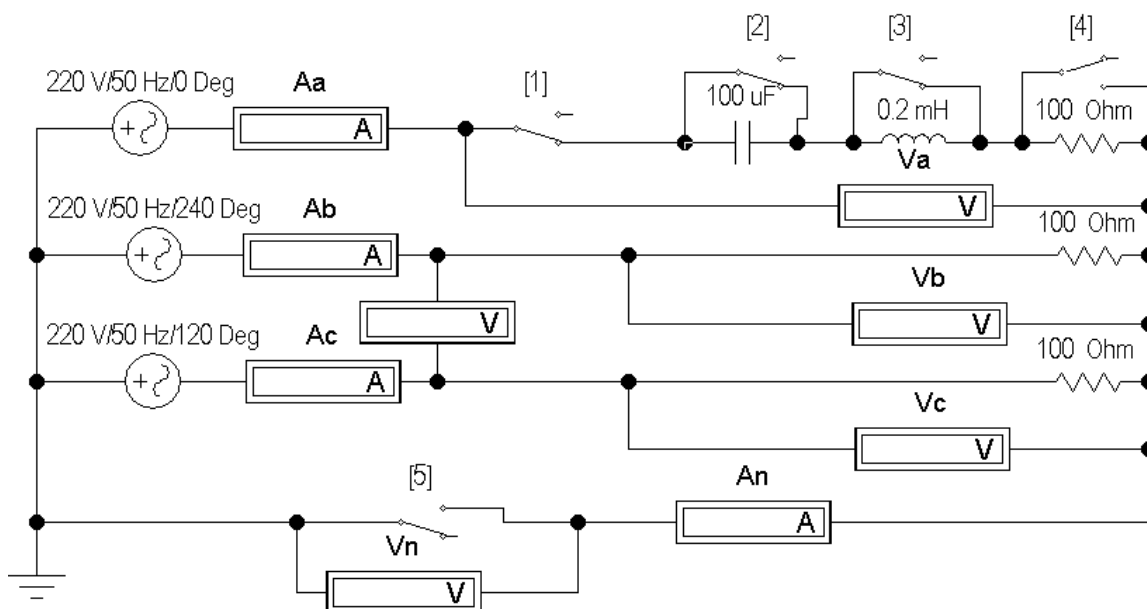


Рис. 8.3

Подготовка к работе

Проработав теоретический материал, ответить на вопросы и выполнить задания.

1. Какая нагрузка считается симметричной? Какой трехфазный источник называют симметричным?

2. Что такое фазные и линейные напряжения? Записать уравнения связи между линейными и фазными напряжениями при соединении нагрузки симметричной и несимметричной звездой.

3. В схеме без нулевого провода (рис. 8.4, а) уменьшение (увеличение) активной нагрузки фазы *A* приводит к смещению нулевой точки нагрузки на диаграмме напряжений. В какую по сравнению с симметричной звездой сторону?

4. Куда сместится нулевая точка на диаграмме в случае короткого замыкания фазы *A* и куда – при отключении нагрузки фазы *A*?

5. Возможно ли смещение нейтральной точки нагрузки на диаграмме напряжений при включенном нулевом проводе, если его сопротивление равно нулю?

6. Почему нельзя делать опыт короткого замыкания фазы при включенном нулевом проводе?

7. Для случая включения в фазу *A* катушки с параметрами *R*, *L* (цепь без нулевого провода) на диаграмме построены все напряжения и токи двух других фаз (рис. 8.5). Как, зная токи в фазах *B* и *C*, по диаграмме определить направление вектора тока фазы *A* и угол сдвига фаз φ катушки? И как затем рассчитать ее параметры, используя измеренные ток и напряжение на катушке?

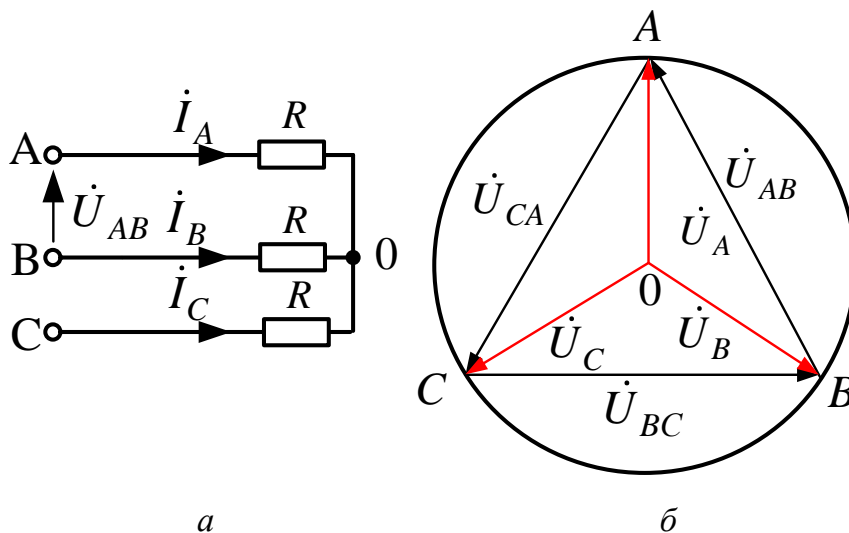


Рис. 8.4

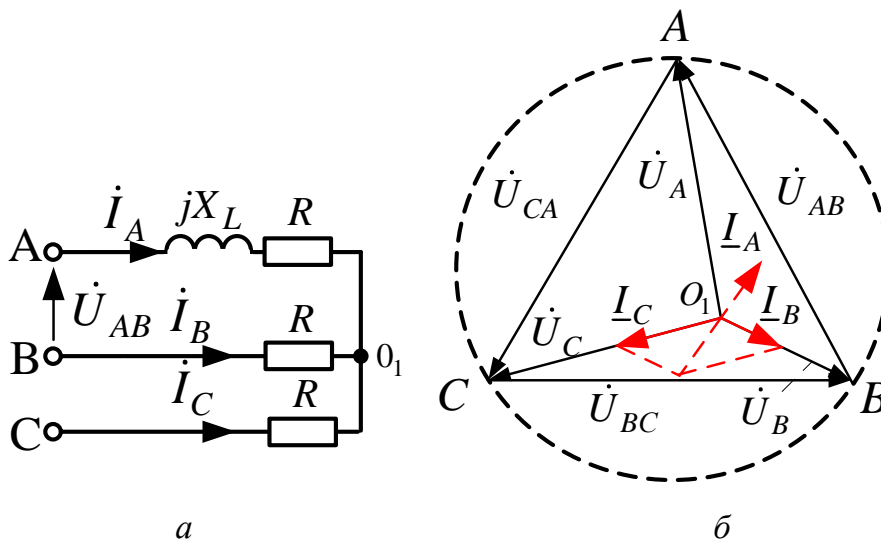


Рис. 8.5

8. Куда сместится нейтральная точка O_1 на диаграмме рис. 8.5, б, если в фазу A схемы рис. 8.5, а вместо катушки включить конденсатор?

Программа работы

1. Собрать схему, показанную на рис. 8.3, и установить ее параметры согласно табл. 8.1 в соответствии со своим вариантом схемы.

Таблица 8.1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E (В)	380	220	127	380	220	127	380	220	127	380
R (Ом)	200	150	100	250	200	150	300	250	200	150
L (Гн)	0,64	0,48	0,32	0,8	0,64	0,48	0,95	0,8	0,64	0,48
C (мкФ)	16	21,2	31,8	12,7	16	21,2	10,6	12,7	16	21,2

2. Снять показания приборов в симметричном режиме (замкнуты ключи $K_1 \div K_3$, разомкнут K_4) и подсчитать отношение $U_{\text{Л}}/U_{\text{Ф}}$.

Указание: убедиться, что включение и отключение нулевого провода с помощью ключа K_5 не влияет на показания приборов.

Результаты измерений внести в верхнюю строку табл. 8.2.

Таблица 8.2

Показания приборов								Из диаграммы		Характер нагрузки особой фазы	Примечание
U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	I_N	U_N	I_N	U_N		
В	В	В	А	А	А	А	В	А	В		
						0	0		0		Симм. режим
						0				а) $R=$ б) $R=$ в) x г) L д) C	Схема без нулевого провода
							0		0	а) $R=$ б) $R=$ в) x г) L д) C	Схема с нулевым проводом
						0					К.З. без нул. пр.

3. Исследовать трехпроводную (без нулевого провода – K_5 разомкнут) и четырехпроводную (с нулевым проводом – K_5 замкнут) цепь в следующих режимах:

а) уменьшение активной нагрузки в фазе A , для чего сопротивление в фазе A следует увеличить вдвое по сравнению с табличным значением;

б) увеличение активной нагрузки в фазе A , для чего сопротивление в фазе A следует уменьшить вдвое по сравнению с его табличным значением;

в) отключение нагрузки в фазе A (разомкнуть ключ K_1);

г) включение индуктивности в фазу A (при замкнутых ключах K_1, K_2, K_4 , разомкнуть ключ K_3);

д) включение емкости в фазу A (при замкнутых ключах K_1, K_3, K_4 , разомкнуть ключ K_2).

4. Снять показания приборов в режиме короткого замыкания фазы A при разомкнутом нулевом проводе, для чего необходимо замкнуть ключи $K_1 - K_4$ и разомкнуть ключ K_5 .

Результаты всех измерений (пп. 3, 4) внести в табл. 8.2.

5. Построить топографические диаграммы напряжений, совмещенные с лучевыми диаграммами токов для всех режимов.

Указание. Всего 12 диаграмм, построение каждой из которых следует начинать с неизменного для всех диаграмм равностороннего треугольника линейных напряжений. Положение нейтральной точки нагрузки на диаграммах несимметричных режимов п. 3 при отсутствии нулевого про-



вода определяется с помощью засечек циркулем. При наличии нулевого провода эта точка лежит в центре тяжести треугольника.

6. Определить ток в нулевом проводе I_N из векторных диаграмм для четырехпроводной цепи и напряжение смещения нейтралей U_N из диаграмм для трехпроводной цепи. Результаты также внести в табл. 8.2 и построить графики зависимостей U_A и U_N от тока фазы A при изменении её активной нагрузки от холостого хода до короткого замыкания.

7. Проанализировать диаграммы и сформулировать выводы по работе.

Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Схема электрической цепи.
3. Ответы на вопросы подготовки к работе.
4. Основные соотношения.
5. Табл. 8.2. Векторные диаграммы по данным к табл. 8.2.
6. Графики зависимостей U_A и U_N от тока фазы A .
7. Выводы.

Рекомендуемая литература: [1, с. 104–123], [3, с. 68–76], [4, с. 251–257], [6, с. 185–192], [7, с. 169–181].

