

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Лабораторные работы



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

УДК 621.3(075.8)
ББК 321я73-5
К552

Рецензент

Доктор технических наук, профессор
Д.Ю. Муромцев

Составители:

А.В. Кобелев, С.В. Кочергин

К552 Линейные электрические цепи : лабораторные работы /
Сост. : А.В. Кобелев, С.В. Кочергин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ
ВПО «ТГТУ», 2012. – 32 с. – 100 экз.

Представлены лабораторные работы к курсу электротехники. Нацелены на получение студентами практических навыков работы с электроизмерительными приборами.

Предназначены для подготовки бакалавров и специалистов инженерных направлений.

УДК 621.3(075.8)
ББК 321я73-5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ВВЕДЕНИЕ

Изучение курса электротехники и основ электроники является неотъемлемой частью подготовки бакалавров и специалистов инженерных направлений. Этот курс предполагает знания в области теории линейных электрических цепей постоянного и переменного токов, трёхфазных цепей, основ и принципов работы электрических машин и элементов электроники, а также микропроцессорной техники. Изучение данного курса проводится в два этапа. Первый этап включает изучение таких тем, как «Линейные электрические цепи постоянного тока», «Линейные электрические цепи переменного тока», «Трёхфазные цепи». Второй этап включает следующие темы: «Трансформаторы», «Электрические машины» и «Основы электроники». Настоящее методическое пособие нацелено на получение студентами практических навыков работы с электроизмерительными приборами и теоретических знаний первого этапа изучения дисциплины.

При выполнении лабораторных работ рекомендуется следующая последовательность.

1. Проработка соответствующих разделов по рекомендуемой литературе.
2. Оформление лабораторной работы с указанием названия и цели работы, схем и таблиц.
3. Выполнение лабораторной работы согласно пунктам методического пособия.
4. Выполнение необходимых расчётов, построение графиков и диаграмм.
5. Краткие выводы по выполненной работе.
6. Подготовка к защите лабораторной работы по вопросам приведённым ниже.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: приобрести навыки экспериментального определения токов в разветвлённой линейной цепи постоянного тока методами наложения и эквивалентного генератора и изучить характер распределения потенциала цепи с несколькими источниками.

Объект и средства исследования: в работе исследуется разветвлённая электрическая цепь, собранная из резисторов R_1 , R_2 , R_3 и двух источников ЭДС E_1 и E_2 . Для измерения величин, предусмотренных заданием, служат амперметр и вольтметр постоянного тока.

Методические указания

Изучить разделы «Использование принципа суперпозиции для анализа цепей постоянного тока», «Метод эквивалентного генератора», «Метод контурных токов». Для измерения трёх базовых электрических величин (напряжения, тока и омического сопротивления) используется мультиметр. До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- установка рода тока (постоянный/переменный);
- выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
- правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

Порядок выполнения работы

1. Измерить величины ЭДС источников E_1 и E_2 вольтметром и записать их в табл. 1.1.

2. Определить сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 методом амперметра-вольтметра, для чего собрать схему (рис. 1.1), и, подключая поочередно резисторы, измерить токи и напряжения. Данные измерений внести в табл. 1.1.

3. Проверить экспериментально первый закон Кирхгофа. Собрать цепь согласно рис. 1.2. Измерить токи ветвей I_1 , I_2 , I_3 , внести результат измерений в первую строку табл. 1.2. Проверить справедливость формулы

$$\sum I_k = 0.$$

Таблица 1.1

Измерения							Вычисления			
E_1	E_2	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3	R_1	R_2	R_3
В		мА			В			кОм		

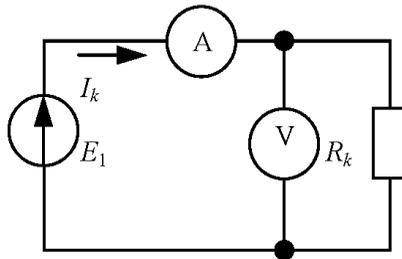


Рис. 1.1. Схема измерения сопротивления методом амперметра-вольтметра

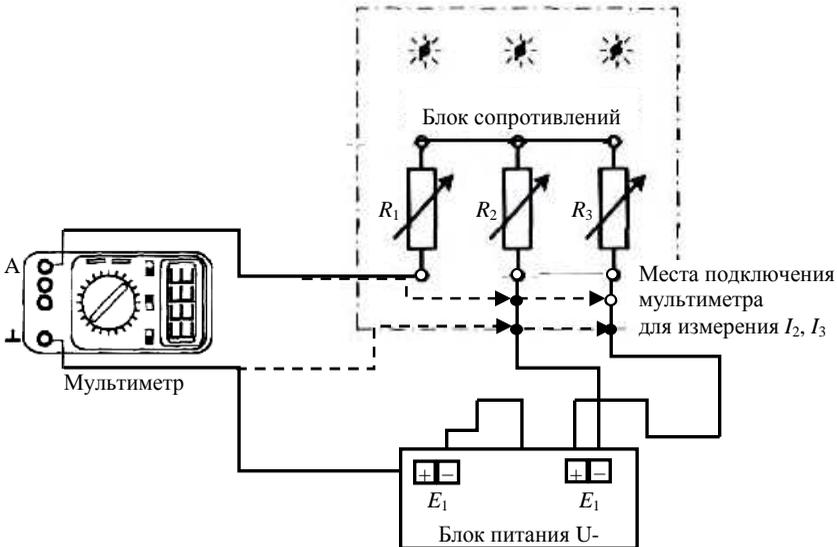


Рис. 1.2. Электрическая схема соединений для экспериментальной проверки первого закона Кирхгофа

Таблица 1.2

№ опыта		Измерения			Вычисления		
		I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3
		мА					
1	E_1, E_2						
2	E_1						
3	E_2						

4. Провести экспериментальную проверку (рис. 1.2) метода наложения, для чего:

а) измерить токи в ветвях I_1, I_2, I_3 от действия двух источников E_1 и E_2 ; внести результат измерений в первую строку табл. 1.2;

б) измерить токи I_1, I_2, I_3 ветвей цепи от действия одного источника ЭДС E_1 (рис. 1.3); внести результат измерений во вторую строку табл. 1.2;

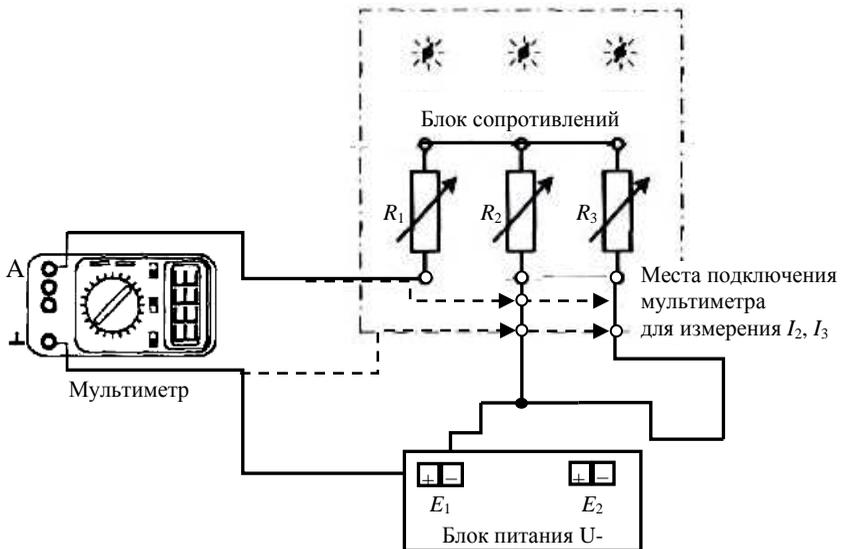


Рис. 1.3. Электрическая схема соединений для экспериментальной проверки метода наложения

в) измерить токи I_1, I_2, I_3 во всех ветвях цепи от действия другого источника ЭДС E_2 (рис. 1.4); внести результат измерений в третью строку табл. 1.2;

г) рассчитать токи во всех ветвях исследуемой цепи I_1, I_2, I_3 методом наложения; внести результат расчётов в табл. 1.2;

д) сравнить измеренные и рассчитанные значения токов ветвей; объяснить расхождения результатов.

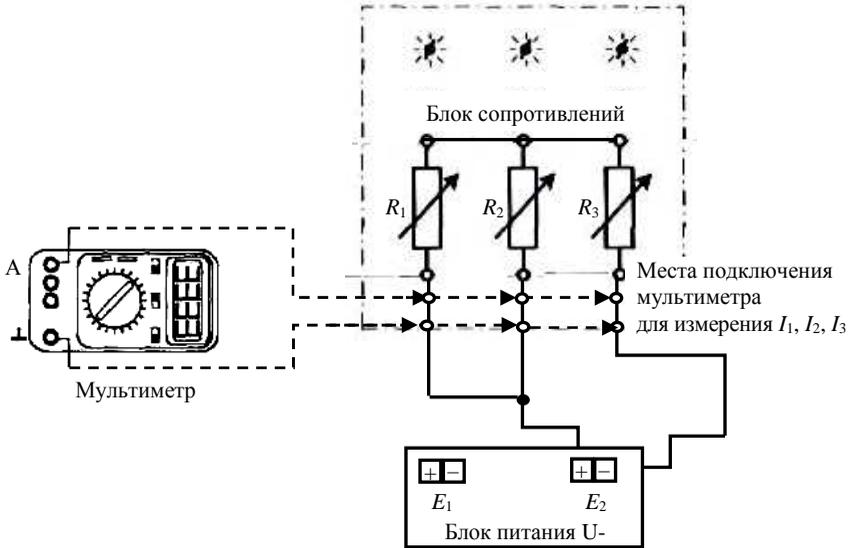


Рис. 1.4. Электрическая схема соединений для экспериментальной проверки метода наложения

5. Провести экспериментальную проверку метода эквивалентного генератора относительно ветви R_3 исследуемой цепи (см. рис. 1.5), для чего:

а) включить мультиметр в режиме амперметра так, как это показано на рис. 1.5;

б) переключить мультиметр в режим вольтметра и измерить напряжение холостого хода U_{xx} на клеммах (рис. 1.5);

в) рассчитать ток I_3 методом эквивалентного генератора и занести в графу «Измерения» (табл. 1.3):

$$R_3 = \frac{U_{xx}}{I_{3кз}}; \quad I_3 = \frac{U_{xx}}{(R_3 + R_3)};$$

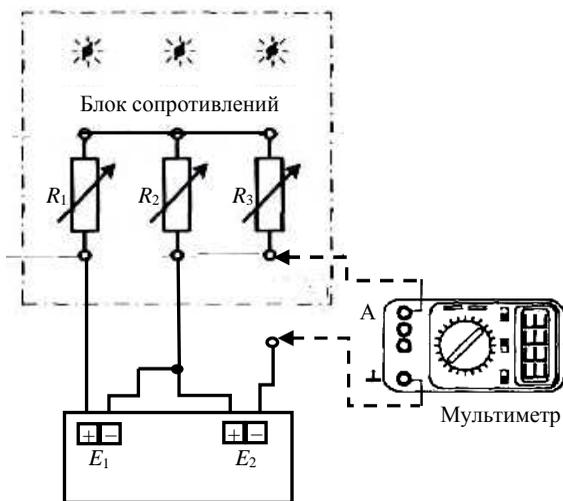


Рис. 1.5. Электрическая схема соединений для экспериментальной проверки метода эквивалентного генератора

Таблица 1.3

Измерения			Вычисления		
$I_{3кз}, \text{ A}$	$U_{хх}, \text{ B}$	$I_3, \text{ A}$	$U_{хх}, \text{ B}$	$R_3, \text{ Ом}$	$I_3, \text{ A}$

г) рассчитать ток I_3 методом эквивалентного генератора, используя величины сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 и ЭДС E_1 и E_2 и занести в графу вычисления (табл. 1.3);

д) сравнить измеренные и рассчитанные значения тока I_3 ; объяснить расхождения результатов.

6. Снять потенциальную диаграмму внешнего контура исследуемой цепи (см. рис. 1.6), для чего:

а) одну клемму мультиметра (в режиме вольтметра) соединить с узлом с;

б) измерить потенциалы точек b , a , d , последовательно присоединяя к ним вторую клемму вольтметра;

в) рассчитать потенциалы точек b , a , d , используя результаты опытов пункта 3. Данные измерения и расчёта внести в табл. 1.4. Построить потенциальную диаграмму внешнего контура.

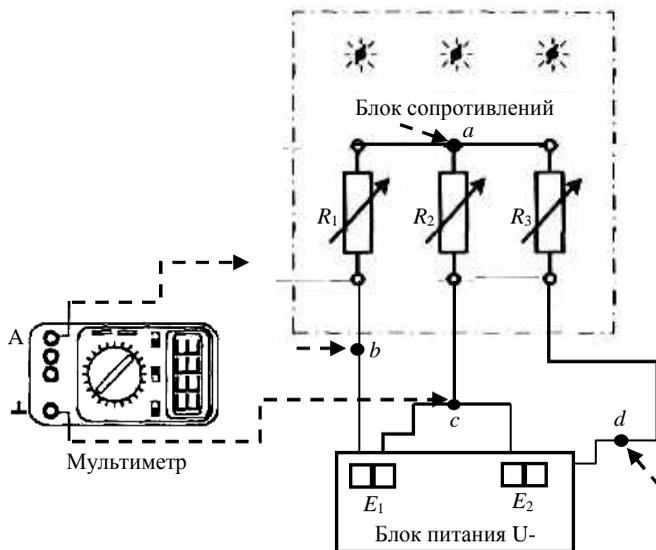


Рис. 1.6. Электрическая схема соединений для построения потенциальной диаграммы

Таблица 1.4

Измерения, В					Измерения, В				
φ_b	φ_a	φ_i	φ_c	φ_d	φ_b	φ_a	φ_i	φ_c	φ_d

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать

1. Схемы исследуемых электрических цепей.
2. Заполненные таблицы с результатами измерений.
3. Результаты расчётов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения основных топологических элементов электрической цепи (ЭДС, сопротивление).
2. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.
3. В чём заключается сущность метода наложения (суперпозиции)?
4. В каких случаях наиболее рационален метод двух узлов?
5. В каких случаях обосновано использование метода эквивалентного генератора?
6. В чём заключается сущность метода контурных токов, в чём преимущество этого метода?
7. Что такое потенциальная диаграмма контура, объясните технологию её построения?
8. В чём заключается различие между источниками тока и источниками ЭДС?

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЁННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: изучение и экспериментальное исследование пассивных элементов неразветвлённой электрической цепи, резонанса напряжения и приобретение практических навыков построения векторных диаграмм.

Методические указания

Изучить разделы «Метод векторных диаграмм», «Метод комплексных чисел», «Неразветвлённые цепи», «Резонанс напряжений».

Напряжение на входе цепи в обеих схемах посредством ЛАТРа установить и поддерживать в течение опыта постоянным, равным $U = 40$ В.

Порядок выполнения работы

1. Измерить сопротивление катушки индуктивности постоянному току. Для этого подключить мультиметр в режиме омметра согласно рис. 2.1. Измерить величину индуктивности R_C . Результаты записать в табл. 2.1.
2. Определить полное и индуктивное сопротивления катушки, а также её индуктивность L , и ёмкость C . Для этого собрать схему согласно рис. 2.2. Напряжение ЛАТРа установить 40 В. Полученные данные записать в табл. 2.1.

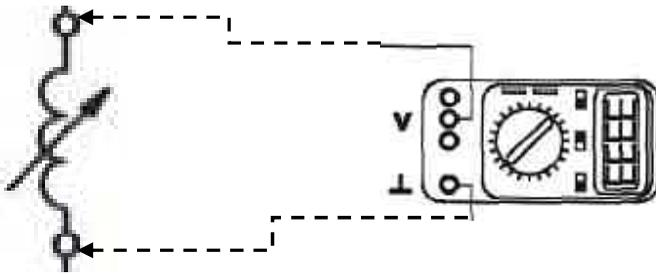


Рис. 2.1. Электрическая схема соединений для измерения сопротивления индуктивности постоянному току

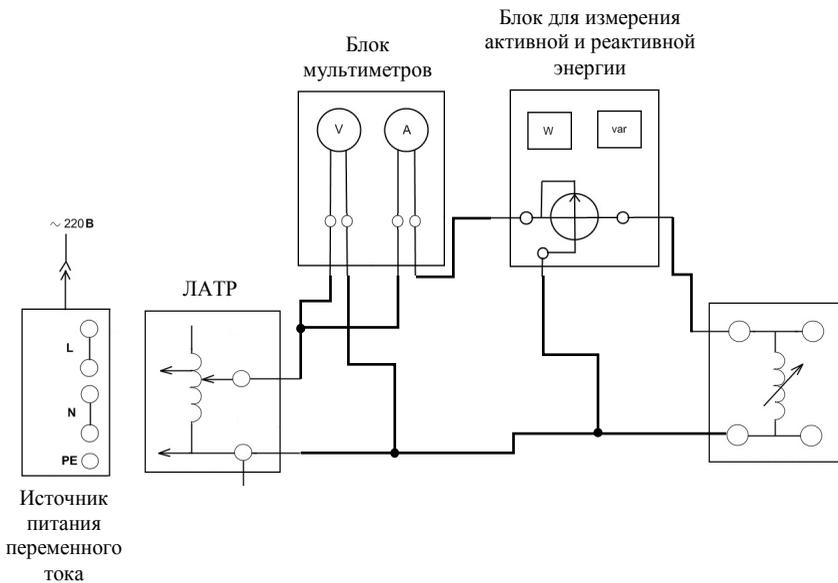


Рис. 2.2. Электрическая схема соединений для измерения сопротивления индуктивности переменному току

3. Рассчитать параметры индуктивности по формулам, данные занести в табл. 2.1:

$$Z_L = \frac{U}{I_L}; X_L = \sqrt{Z_L^2 - R}; L = \frac{X_L}{2\pi f}; S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Таблица 2.1

№	Измерения						Вычисления			
	R_L , кОМ	U , В	I , мА	P , Вт	Q , ВАР	Z_L , кОМ	X_L , кОМ	L , Гн	S , ВА	$\cos\phi$
1										
2										
3										
4										
5										

4. Исследовать режим работы неразветвлённой электрической цепи переменного тока, для этого собрать схему согласно рис. 2.3.

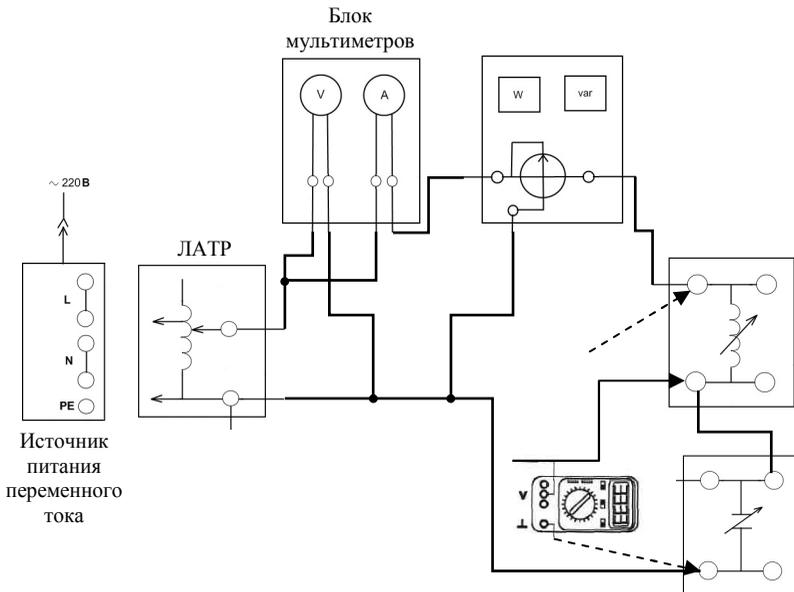


Рис. 2.3. Электрическая схема соединений для исследования режима работы неразветвлённой электрической цепи переменного тока

5. Рассчитать реактивное сопротивление ёмкости X_C , ёмкость C , полную мощность S и коэффициент мощности $\cos\varphi$. Для расчётов использовать вышеуказанные формулы, а также:

$$X_C = \frac{U_C}{I}; \quad C = \frac{1}{2\pi f X_C}.$$

6. Полученные данные в результате расчётов занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

№	Измерения						Вычисления				
	U , В	I , мА	P , Вт	Q , ВАР	U_L , В	U_C , В	Z , КОМ	X_C , КОМ	C , мкФ	S , ВА	$\cos\varphi$
1											
2											
3											
4											
5											

7. Построить в масштабе векторные диграммы токов и напряжений для трёх режимов: дорезонансный, резонансный и послерезонансный.

8. Вычертить в масштабе в одной системе координат графики: $Z(C)$, $\cos\varphi(C)$, $I(C)$, $U_L(C)$, $U_C(C)$.

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать

1. Схемы исследуемых электрических цепей.
2. Заполненные таблицы с результатами измерений.
3. Результаты расчётов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какую величину называют индуктивным сопротивлением и в каких единицах его измеряют?
2. Какие существуют методы измерения индуктивного сопротивления?
3. Какую величину называют ёмкостным сопротивлением и в каких единицах его измеряют?
4. Какие существуют методы измерения ёмкостного сопротивления?

5. Для чего применяют векторные диаграммы?
6. Что такое треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей?
7. Какой режим работы электрической цепи называют резонансом напряжений?
8. Как по величине входного тока установить, что достигнут резонанс напряжений?
9. Как определить добротность контура?
10. Объясните поведение графиков зависимостей по п. 8 лабораторной работы.

Лабораторная работа 3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЁННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: изучение и экспериментальное исследование разветвлённой электрической цепи переменного тока, резонанса токов и приобретение практических навыков построения векторных диаграмм.

Методические указания

Изучить разделы «Разветвлённые электрические цепи переменного тока», «Резонанс тока», «Треугольники сопротивлений и проводимостей», «Мощность цепи синусоидального тока», «Коэффициент мощности, повышение коэффициента мощности».

Напряжение на входе цепи посредством ЛАТРа установить и поддерживать равным $U = 80$ В.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему цепи (рис. 3.1). Исследовать режим работы разветвлённой электрической цепи при изменении ёмкости батареи конденсаторов. Ток в ветви с катушкой индуктивности I_L измеряется один раз. По полученным данным рассчитать для всех опытов: полную проводимость цепи $Y = \frac{I}{U}$, ёмкостную проводимость $b_c = \frac{I_c}{U_c}$, ёмкость батареи

конденсаторов $C = \frac{b_c}{2\pi f}$, коэффициент мощности цепи $\cos \varphi = \frac{P}{UI}$.

Данные измерений и расчёта внести в табл. 3.1.

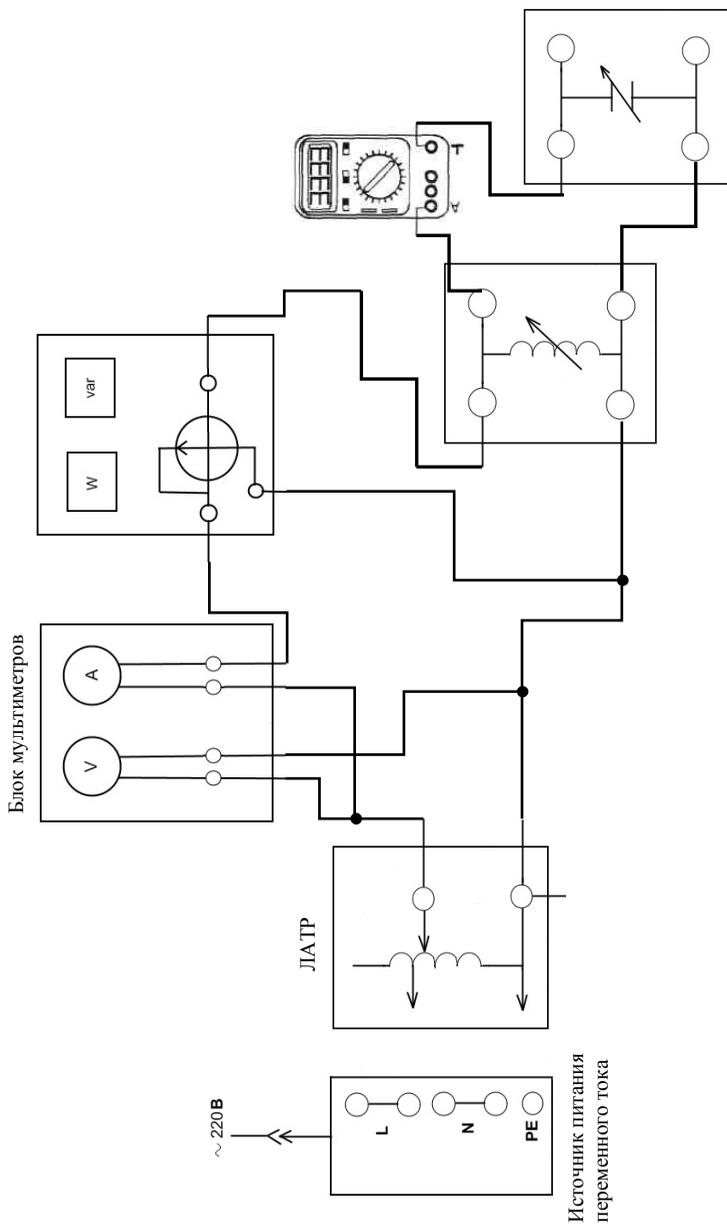


Рис. 3.1. Электрическая схема соединений для исследования режима работы разветвлённой электрической цепи переменного тока

Таблица 3.1

№	Измерения						Вычисления				
	$U,$ В	$I,$ мА	$P,$ Вт	$Q,$ ВАР	$I_L,$ В	$I_C,$ В	$Y,$ Сим	$b_C,$ Сим	$C,$ мкФ	$S,$ ВА	$\cos\varphi$
1											
2											
3											
4											
5											

2. Вычертить в масштабе в одной системе координат графики: $Y(C)$, $\cos\varphi(C)$, $I(C)$, $I_L(C)$, $I_C(C)$.

3. Построить в масштабе векторные диаграммы токов разветвлённой цепи для резонансного, дорезонансного и послерезонансного режимов.

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать

1. Схемы исследуемых электрических цепей.
2. Заполненные таблицы с результатами измерений.
3. Результаты расчётов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие необходимы условия для возникновения резонанса токов в электрической цепи переменного тока?

2. По каким измеряемым величинам можно судить о наступлении резонанса токов?

3. Является ли резонанс токов опасным явлением и почему?

4. Где на практике применяется резонанс токов?

5. Перечислите отличия между резонансом токов и резонансом напряжений?

6. Дайте определение понятию «коэффициент мощности». В чём физический смысл повышения коэффициента мощности?

7. Как на практике называются элементы, позволяющие повысить коэффициент мощности? На основании какой формулы производится их выбор?

8. Объясните, каким образом складываются токи в параллельных ветвях?

9. Объясните, как производится расчёт токов с использованием метода комплексных величин? Отметьте преимущества метода комплексных величин.

10. Объясните ход зависимостей в пункте 2.

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПРИЁМНИКОВ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»

Цель работы: исследовать симметричные и несимметричные режимы работы трёхфазной цепи при соединении потребителей электроэнергии по схеме «звезда», изменения в работе электрической цепи при обрыве нейтрального (нулевого) провода, приобрести навык в построении векторных диаграмм, измерений и вычислений активной, реактивной и полной мощности в трёхфазной цепи.

Объект и средства исследования:

1. Трёхфазный источник питания.
2. Трёхфазный регулировочный трансформатор.
3. Активная нагрузка.
4. Индуктивная нагрузка.
5. Ёмкостная нагрузка.
6. Измеритель мощностей.
7. Мультиметры.
8. Токовые клещи.

Методические указания

Изучить разделы «Основные положения трёхфазных электрических цепей», «Соединение звездой», «Мощность трёхфазной системы», «Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных систем».

Порядок выполнения работы

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Соберите электрическую схему соединений согласно рис. 4.1.

3. Установите напряжение трёхфазного регулировочного трансформатора равным 90 В.

4. Соедините активную нагрузку по схеме «звезда» (рис. 4.1). Регулировочные рукоятки активной нагрузки установите в одинаковое положение 20 Вт (симметричная нагрузка). Измерьте значения линейных и фазных напряжений, токов в фазах и нулевом проводе. Показания приборов запишите в табл. 4.1.

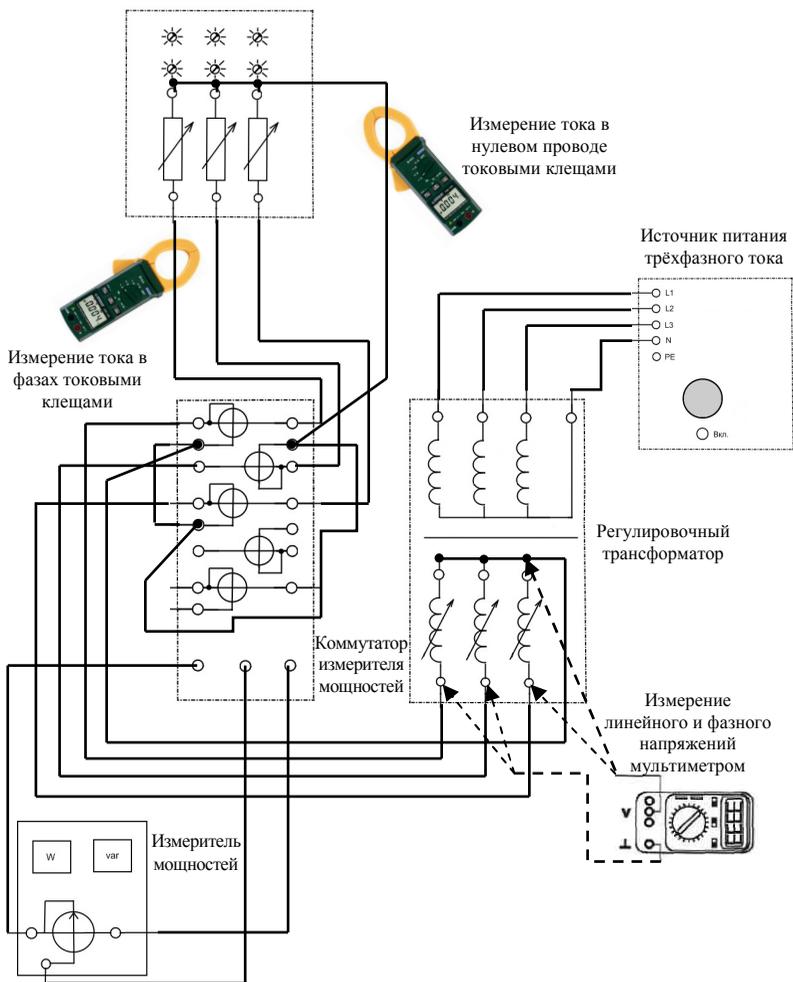


Рис. 4.1. Электрическая схема соединений активной нагрузки по схеме «звезда»

Таблица 4.1

№ опыта	Вид нагрузки	Фазное напряжение, В			Линейное напряжение, В			Ток в фазах			Активная мощность			Реактивная мощность			U_N , В	I_N , А
		U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	Q_A	Q_B	Q_C		
1	$R_A = R_B = R_C$ четырёхпроводная																	
2	$R_A = R_B = R_C$ трёхпроводная																	
3	$R_A \neq R_B \neq R_C$ трёхпроводная																	

Продолжение табл. 4.1

№ опыта	Вид нагрузки	Фазное напряжение, В			Линейное напряжение, В			Ток в фазах			Активная мощность			Реактивная мощность			U_N , В	I_N , А
		U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	Q_A	Q_B	Q_C		
4	$R_A \neq R_B \neq R_C$ четырёхпроводная																	
5	R_A, X_L, X_C четырёхпроводная																	
6	R_A, X_L, X_C трёхпроводная																	

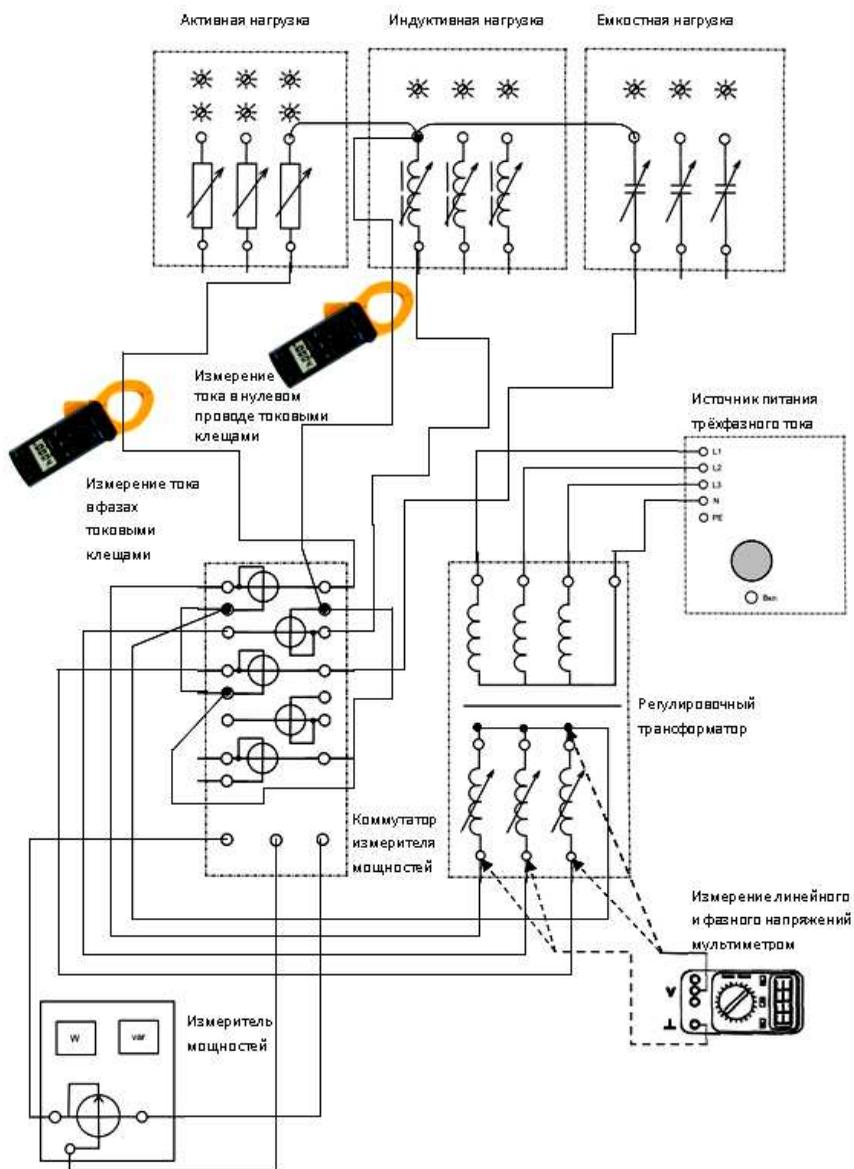


Рис. 4.2. Электрическая схема соединений активной, индуктивной и ёмкостной нагрузки по схеме «звезда»

Таблица 4.2

№ опыта	Вид нагрузки	Угол сдвига фаз между напряжением и током, φ			Активная мощность трёхфазной системы	Реактивная мощность трёхфазной системы	Полная мощность трёхфазной системы
		I_A и U_A	I_B и U_B	I_C и U_C			
1	$R_A = R_B = R_C$ четырёхпроводная				$P, Вт$	$Q, ВАР$	$S, ВА$
2	$R_A = R_B = R_C$ трёхпроводная						
3	$R_A \neq R_B \neq R_C$ трёхпроводная						

Продолжение табл. 4.2

№ опыта	Вид нагрузки	Угол сдвига фаз между напряжением и током, ф			Активная мощность трёхфазной системы	Реактивная мощность трёхфазной системы	Полная мощность трёхфазной системы
		I_A и U_A	I_B и U_B	I_C и U_C			
4	$R_A \neq R_B \neq R_C$ четырёхпроводная				$P, Вт$	$Q, ВАР$	$S, ВА$
5	R_A, X_L, X_C четырёхпроводная						
6	R_A, X_L, X_C трёхпроводная						

5. Создайте несимметричную активную нагрузку. Для этого регулировочные рукоятки активной нагрузки установите в положения 10, 20, 30 Вт. Измерьте значения линейных и фазных напряжений, токов в фазах и нулевом проводе. Показания приборов запишите в табл. 4.1.

6. Отключите нейтральный провод и повторите измерения пунктов 4 и 5. Показания приборов запишите в табл. 4.1.

7. Соедините активную, индуктивную и ёмкостную нагрузку по схеме «звезда» (рис. 4.2). Проведите измерения с нулевым проводом и без него. Измерьте значения линейных и фазных напряжений, напряжения смещения нейтрали, токов в фазах и нулевом проводе, активной и реактивной мощности. Показания приборов запишите в табл. 4.1.

8. По результатам опытов по пунктам 4 – 7 вычислите углы сдвига фаз между током и напряжением в каждой фазе; полную мощность трёхфазной симметричной и несимметричной системы. Результаты вычислений занесите в табл. 4.2.

9. Постройте в масштабе циркулем методом засечек векторные диаграммы токов и напряжений по данным опытов 4 – 7.

Контрольные вопросы

1. Что такое трёхфазная электрическая цепь? Объясните принцип получения трёхфазной ЭДС.

2. Какое соединение называют «звездой»?

3. Что такое фазное и линейное напряжение?

4. Какая система называется симметричной и почему?

5. Какую роль выполняет нулевой провод в трёхфазной системе? Чему равен ток в нейтральном проводе?

6. Запишите основные соотношения, которые используют при соединении «звездой».

7. Постройте векторную диаграмму трёхфазной цепи при соединении «звездой».

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПРИЁМНИКОВ ПО СХЕМЕ «ТРЕУГОЛЬНИК»

Цель работы: исследовать режимы работы трёхфазной цепи при соединении потребителей электроэнергии по схеме «треугольник», изменения в работе электрической цепи при несимметричном режиме подключения нагрузки.

Объект и средства исследования:

1. Трёхфазный источник питания.
2. Трёхфазный регулировочный трансформатор.
3. Активная нагрузка.
4. Индуктивная нагрузка.
5. Емкостная нагрузка.
6. Измеритель мощностей.
7. Мультиметры.
8. Токовые клещи.

Методические указания

Изучить разделы «Основные положения трёхфазных электрических цепей», «Соединение треугольником», «Мощность трёхфазной системы», «Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных систем».

Порядок выполнения работы

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Соберите электрическую схему соединений согласно рис. 5.1.
3. Установите напряжение трёхфазного регулировочного трансформатора равным 90 В.
4. Настройте блок активной нагрузки на симметричный режим. Для этого выставьте переключатели в одинаковое положение.
5. С помощью мультиметра проведите измерения напряжений согласно рис. 5.1 и занесите данные в табл. 5.1.
6. С помощью токовых клещей измерьте значения фазных и линейных токов и результаты занесите в табл. 5.1.

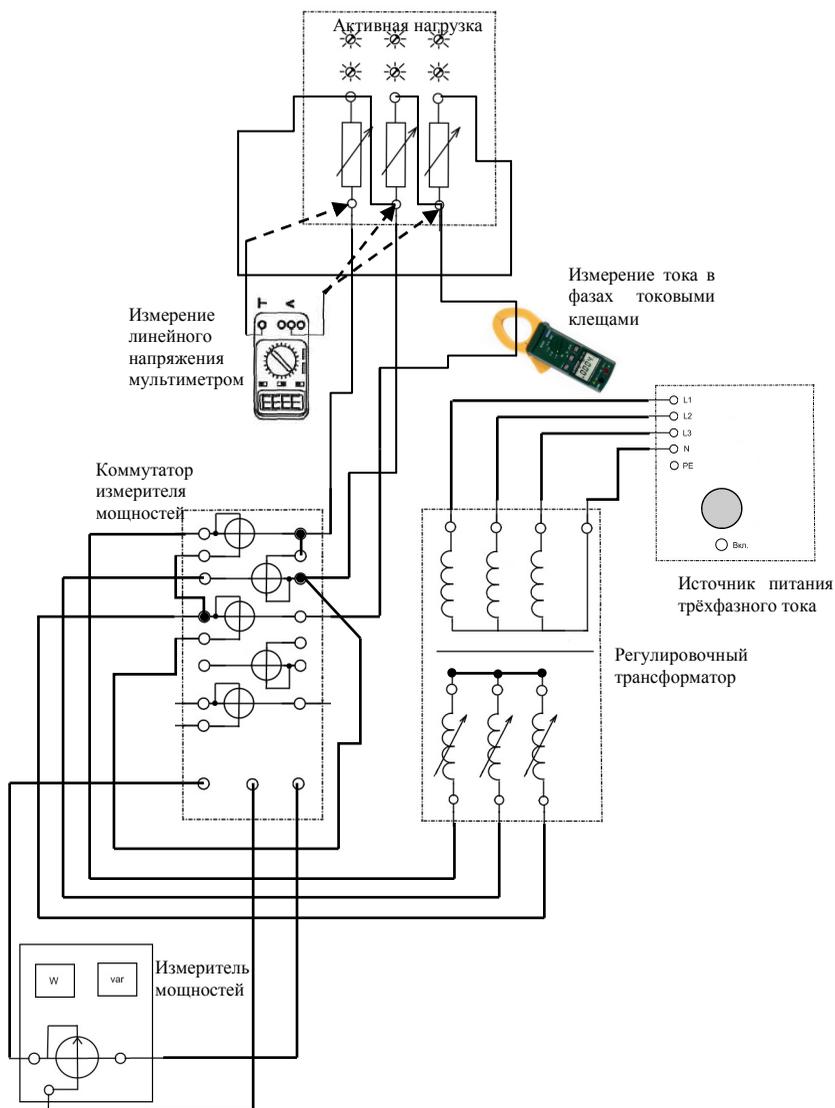


Рис. 5.1. Электрическая схема соединений активной нагрузки по схеме «треугольник»

Таблица 5.1

№ опыта	Вид нагрузки	Напряжение, В			Ток, А						Мощность				
		U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	линейный			фазный			активная, Вт	реактивная, ВАР	полная, ВА		
					I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}					
1	$R_{AB} = R_{BC} = R_{CA}$														
2	$R_{AB} \neq R_{BC} \neq R_{CA}$														
3	$R_{AB} \neq R_{BC} \neq R_{CA}$ обрыв линейного провода														
4	$R_{AB} \neq R_{BC}; R_{CA} = 0$														
5	R_{AB}, X_L, X_C														

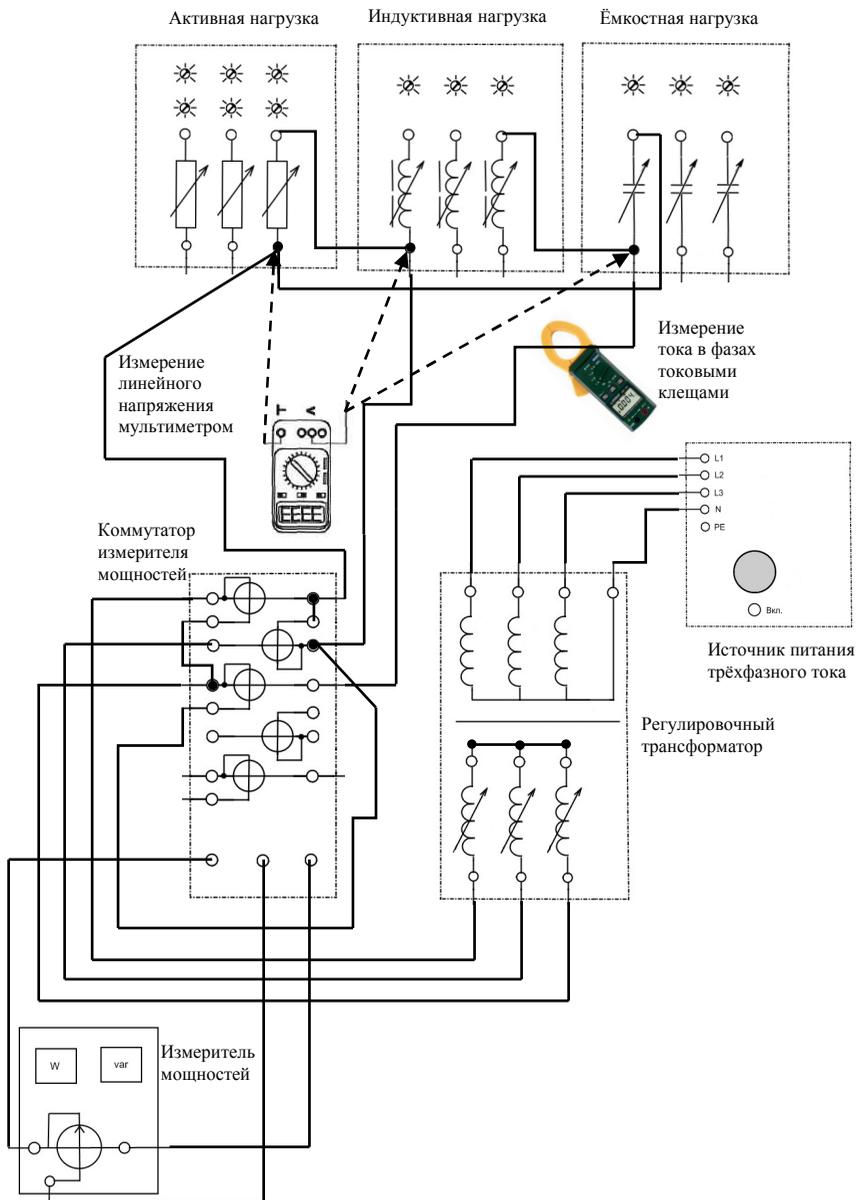


Рис. 5.2. Электрическая схема соединений неоднородной нагрузки по схеме «треугольник»

7. Проведите измерения с несимметричной нагрузкой. Переведите переключатели блока активной нагрузки в разные значения $R_{AB} \neq R_{BC} \neq R_{CA}$. Повторите измерения согласно пунктам 5 и 6. Результаты измерений занесите в табл. 5.1.

8. Проведите измерения с имитацией обрыва провода, повторив методику измерений согласно пунктам 5 и 6. Для этого отключите провод от регулировочного трансформатора на низкой стороне. Результаты измерений занесите в табл. 5.1.

9. Создайте несимметричную нагрузку, в которой сопротивление одной из фаз равно нулю $R_{AB} \neq R_{BC}; R_{CA} = 0$. Повторите измерения согласно пунктам 5 и 6. Результаты измерений занесите в табл. 5.1.

10. В исследуемой схеме создайте неоднородную нагрузку, подключив в каждую из фаз сопротивление R_{AB}, X_L, X_C согласно схеме рис. 5.2. Повторите измерения согласно пунктам 5 и 6. Результаты измерений занесите в табл. 5.1.

11. По результатам опытов по пунктам 4 – 10 вычислите полную мощность трёхфазной симметричной и несимметричной системы. Результаты вычислений занесите в табл. 5.1.

Контрольные вопросы

1. Какое соединение нагрузки в трёхфазной цепи называют «треугольником»?

2. Какими соотношениями связаны фазные и линейные токи при соединении нагрузки «треугольником»? Каким соотношением удобно пользоваться при симметричной нагрузке?

3. Изобразите векторную диаграмму напряжений и токов при соединении нагрузки «треугольником».

4. В чём заключается преимущество соединения нагрузки «треугольником»?

5. Запишите выражения для расчёта активной, реактивной и полной мощности при несимметричном режиме.

6. Перечислите методы измерения мощности в трёхфазной цепи.

7. Поясните принцип получения трёхфазного вращающегося магнитного поля.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.И. Атабеков [и др.]. – 6-е изд. – СПб. : Лань, 2010. – 432 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
2. Бычков, Ю.А. Основы теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. – 2-е изд. – СПб. : Лань, 2009. – 592 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
3. Калинин, В.Ф. Цепи трёхфазного тока в электрооборудовании : учебно-методический комплекс / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов, Е.А. Печегин. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 260 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа 1	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА	4
Лабораторная работа 2	
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЁННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	10
Лабораторная работа 3	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЁННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	14
Лабораторная работа 4	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПРИЁМНИКОВ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»	17
Лабораторная работа 5	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПРИЁМНИКОВ ПО СХЕМЕ «ТРЕУГОЛЬНИК»	25
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	30

Учебное издание

ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Лабораторные работы

Составители:

КОБЕЛЕВ Александр Викторович,
КОЧЕРГИН Сергей Валерьевич

Редактор М.А. Евсейчева
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 19.04.2012
Формат 60 × 84/16. 1,86 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 194

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14