

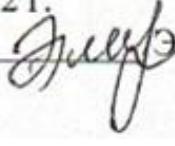
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

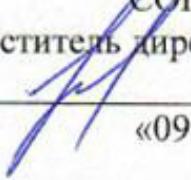
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
учебной дисциплины ОП.10. Основы электротехники
специальности 09.02.06 Сетевое и системное администрирование
базовая подготовка
среднего профессионального образования

Иркутск, 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической
комиссией технической механики и
электротехнических дисциплин
«08» июня 2022 г.
Председатель:  Эмерсали Н.Б.

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по УВР
 /А.П.Ресельс
«09» июня 2022 г.

Разработчик:

Н.Б. Эмерсали преподаватель ФГБОУ ВО ИрГУПС СКТиС

Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Каждый студент выполняет работы по специальному графику.
- К выполнению работы необходимо подготовиться до начала занятия в лаборатории.
- Помимо данного методического пособия рекомендуется использовать дополнительную литературу и конспект лекций.
- При подготовке необходимо продумывать ответы на контрольные вопросы.
- К выполнению работы допускаются только подготовленные студенты.

Правила оформления отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа представляет собой небольшое, но вполне законченное учебное исследование. Отчет о лабораторной работе является документом, отражающим результаты выполненного исследования с максимальной полнотой и объективностью.

К оформлению технической документации предъявляются единые требования. В определенной мере этим требованиям должен удовлетворять и отчет о лабораторной работе.

Требования к оформлению отчета

Отчет должен быть выполнен на бумаге стандартного размера (формат А4) с полями по обеим сторонам текста. Материал отчета должен иметь четкую рубрикацию, каждый раздел необходимо снабдить заголовком.

Примерный состав отчета по лабораторной работе:

цель работы;

порядок выполнения лабораторной работы;

принципиальные электрические схемы и (или) схемы соединений;

• перечень измерительных приборов и электрооборудования с указанием паспортных данных;

таблицы экспериментальных исследований и выполненных вычислений;

диаграммы и графики характеристик функциональных зависимостей;

выводы или заключение о проделанной работе.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

До начала работ каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

1. Перед включением лабораторного комплекса в сеть 220 В убедитесь, что тумблер включения находится в положении «ВЫКЛ.».
2. При сборке цепи используйте провода с исправной изоляцией.
Подключая приборы, проверяйте соблюдение норм нагрузки (рабочее напряжение конденсатора, максимальный ток для катушек индуктивности и т.п.).
3. Сборку электрической цепи ведите по контурам, начиная с основного, содержащего источник питания
4. Включайте источники питания только после проверки цепи преподавателем.
5. При проведении любых изменений в схеме отключайте источник питания.
6. Отключите питание по завершению измерений.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Касаться токоведущих частей схемы металлическими предметами, работать мокрыми руками.
 2. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220В и подавать напряжение на схему.
 3. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.
 4. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.
- По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «ПРОСТЕЙШИЕ ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «НЕЛИНЕЙНАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 «РАЗВЕТВЛЕННАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 «НЕЛИНЕЙНАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 «ТРЕХФАЗНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 «ТРЕХФАЗНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СХЕМЕ «ТРЕУГОЛЬНИК»

Лабораторная работа №1 Простейшие линейные электрические цепи постоянного тока

1. Цель работы: получение навыков сборки простых электрических цепей, включения в электрическую цепь измерительных приборов. Научиться измерять токи и напряжения, убедиться в соблюдении законов Ома и Кирхгофа в линейной электрической цепи. Исследовать влияние изменения параметров одного потребителя на режим работы других потребителей при последовательном и параллельном соединении.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель стенда находится в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание моноблока.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Собрать линейную электрическую цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов (рис. 3.1). Установить в соответствии номером варианта (табл. 3.1) величины номинальных сопротивлений резисторов R₁-R₃. На измерителе мощности (ваттметре) установить пределы измерений «1В...40В». Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 3.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
R ₁ , Ом								
R ₂ , Ом								
R ₃ , Ом								

3.2. Включить электропитание моноблока, для этого перевести в положение «Вкл.» выключатель питания. Измерить ток в цепи, величину напряжение на входе цепи и напряжения на резисторах R₁, R₂ и R₃. Результаты измерений занести в табл. 3.2. Изменить величину сопротивления R₂ и снова провести аналогичные измерения. Выключить питание моноблока. По результатам измерений вычислить сопротивление каждого потребителя (R₁, R₂, R₃) и общее (эквивалентное) сопротивление R₃ цепи. Результаты вычислений занести в табл.3.2.

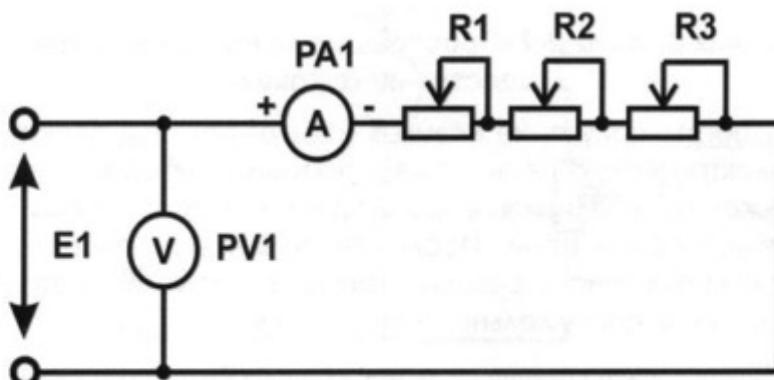


Рис. 3.1 Изучение линейной электрической цепи постоянного тока с последовательным соединением элементов.

3.3. Сравнить результаты измерений и убедиться в том, что сумма сопротивлений отдельных потребителей равна сопротивлению всей цепи. Убедиться в соблюдении второго закона Кирхгофа. Объяснить изменение режима работы цепи и отдельных потребителей при изменении величины сопротивления одного из резисторов. Выключить электропитание моноблока.

Таблица 3.2

Измерено			Вычислено			
Напряжение на входе цепи U , В	Ток в цепи, I , А	Напряжение на потребителях, В		Сопротивление потребителей, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, R_E , Ом
		U_1	U_2	U_3	R_1	

3.4. Собрать линейную цепь с параллельным соединением резисторов (рис. 3.2), подключив только резистор R1. После проверки собранной цепи включить моноблок. Установить в соответствии номером варианта (табл. 3.3) величину номинального сопротивления резистора R1. Измерить напряжение и токи в цепи. Результаты измерений занести в табл. 3.4. Подключить в схему резистор R2, установить значение сопротивления из табл. 3.3, снова измерить напряжение и токи в цепи. Аналогично подключить третий резистор R3 и измерить напряжение и токи. Результаты измерений занести в табл. 3.4.

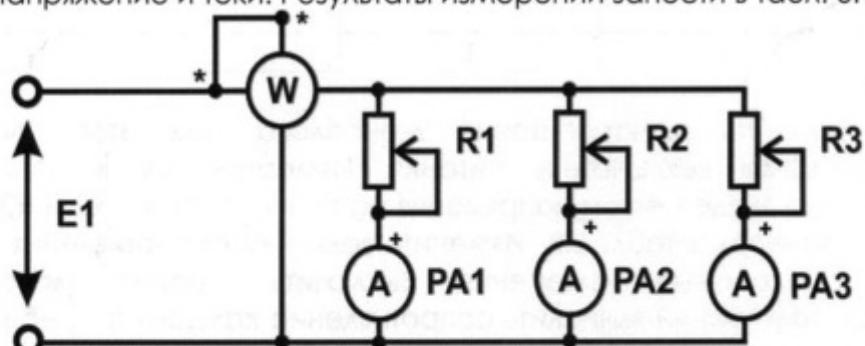


Рис. 3.2 Изучение линейной электрической цепи постоянного тока с параллельным соединением элементов.

Таблица 3.3

R2, Ом								
R3, Ом								

3.5 Изменить в соответствии с заданным вариантом величину сопротивления R_2 и снова провести измерения. Выключить электропитание модулей. По результатам измерений рассчитать сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 и сопротивление всей цепи R_E , проводимости отдельных ветвей g_1 , g_2 , g_3 и всей цепи g_E . Результаты вычислений занести в табл. 3.4. Убедиться в соблюдении первого закона Кирхгофа. Сделать вывод об изменении режима работы цепи и отдельных потребителей при изменении величины сопротивления резистора R_2 .

Таблица 3.4

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

1. Цель работы: исследовать влияние изменения параметров одного потребителя на режим работы других потребителей при смешанном соединении.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
 2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
 3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «ВыКЛ»
 4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
 5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
 6. Провести эксперимент.
 7. Выключить питание моноблока.
 8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1. Собрать линейную цепь со смешанным соединением резисторов (рис. 3.3). Установить значения номинальных сопротивлений резисторов R1-R3 блока «Сопротивления добавочные» в соответствии с заданным вариантом (табл. 3.1).

3.2 После проверки схемы преподавателем включить электропитание моноблока. Измерить напряжения на входе цепи и на всех участках цепи, а также все токи. Результаты занести в табл. 3.2.

3.3 Установить новое значение резистора R2 (табл. 3.1) и снова измерить напряжения и токи в цепи. Выключить электропитание моноблока. По результатам измерений вычислить мощность каждого участка цепи Р1, Р2, Р3 и всей цепи Р. Определить эквивалентное сопротивление цепи RЭ. Результаты вычислений занести в табл. 3.2. Проверить выполнение баланса мощностей в исследуемой цепи. Сделать вывод об изменении режима работы цепи и отдельных потребителей при изменении величины резистора R2.

Таблица 3.1

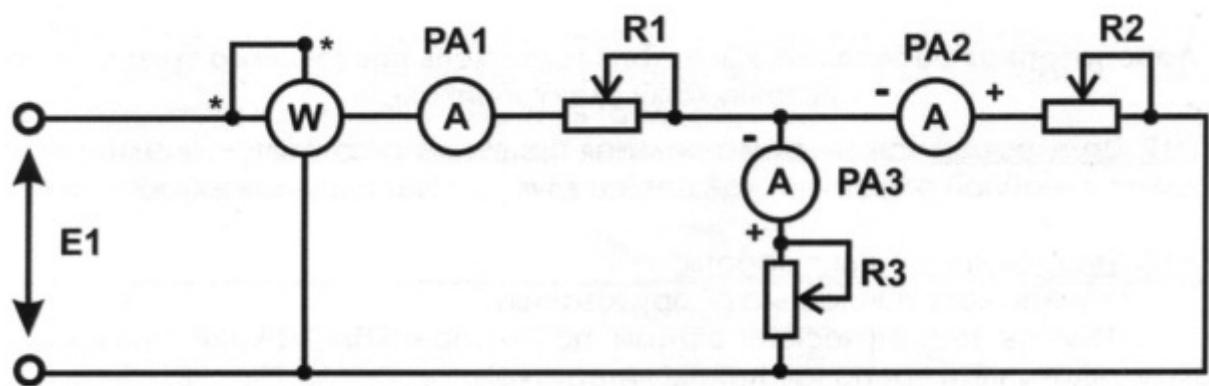


Рис. 3.3 Изучение линейной электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением элементов.

Таблица 3.2

Лабораторная работа №3 «Электрическая цепь постоянного тока с двумя источниками электропитания»

1. Цель работы: экспериментальная проверка результатов аналитического расчета линейной электрической цепи с двумя источниками электропитания.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «ВыКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Включить питание моноблока. Провести эксперимент.
7. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

- 3.1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
- 3.2. Включить электропитание моноблока. Измерить значения эдс источника E_1 и установить заданное значение эдс источника E_2 (табл. 3.1). Результаты измерений занести в табл. 3.2. Выключить электропитание моноблока.
- 3.3. Собрать цепь с двумя источниками электропитания (рис.3.1), выбрав элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 3.1).

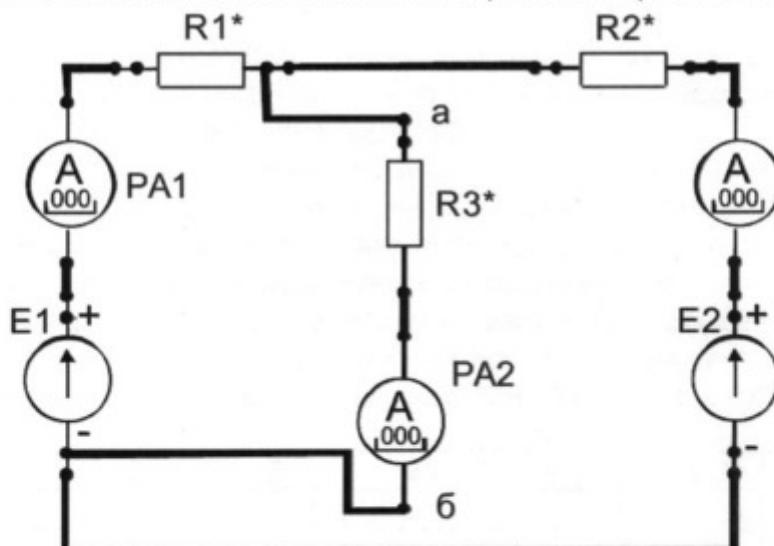


Рис 3.1 Электрическая цепь постоянного тока с двумя источниками электропитания

Таблица 3.1

Варианты	1	2	3	4	5	6
$E_2, \text{ В}$	12	10	8	6	10	12
R_1						
R_2						
R_3						

3.3. Подключить источник питания E_1 и измерить напряжения U_1 , U_2 на источниках E_1 , E_2 , напряжения на резисторах $R1^*$, $R2^*$ и $R3^*$, и токи I_1 , I_2 и I_3 в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 3.2.

3.4. По результатам измерений вычислить значения сопротивлений $R1^*$, $R2^*$ и $R3^*$. Результаты вычислений занести в табл. 3.3.

Таблица 3.2.

№ опыта	Измерено									
	E_1	E_2	U_1	U_2	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	I_1	I_2	I_3
	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A
1										
2										

Таблица 3.3

№ опыта	R_1	R_2	R_3	U_{AB}
	Ом	Ом	Ом	В
1				
2				

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

«НЕЛИНЕЙНАЯ ЦЕПЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

1. цель работы: экспериментальное получение вольтамперных характеристик нелинейных резистивных элементов, графический расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока и экспериментальная проверка результатов расчета.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «Выкл»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание моноблока.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Собрать электрическую цепь для снятия вольтамперных характеристик элементов цепи (рис. 3.1). В качестве регулируемого источника постоянного напряжения использовать «Источник 1» 0...12В. Предъявить схему для проверки преподавателю.

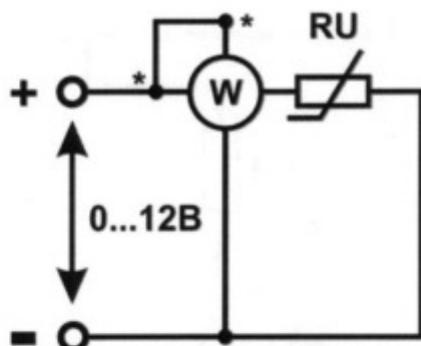


Рис. 3.1 Исследование нелинейной цепи постоянного тока.

3.2 Снять вольтамперную характеристику нелинейного элемента RU (FNR07K180 блока «Нелинейные элементы»). Включить электропитание моноблока, для этого перевести в положение «Вкл.» выключатель питания. Плавно увеличивая напряжение U «Источник 1» в диапазоне 0...12В, провести необходимые измерения тока в цепи I. Данные тока и напряжения считывать с измерителя мощности (ваттметра). Результаты измерений занести в табл.3.1. Выключить электропитание модулей стенда.

Таблица 3.1

U, В	0								
I, А	0								

3.3 Собрать цепь с последовательным соединением лампы накаливания HL

$U, \text{ В}$	$U_1, \text{ В}$	$U_2, \text{ В}$	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I_3 = I_1 - I_2, \text{ А}$

3.9 Используя результаты эксперимента, построить расчетную вольтамперную характеристику всей цепи $U_{PACЧ} = f(I)$ и сравнить с экспериментальной.

3.10 Сделать вывод об особенностях применения законов Кирхгофа в нелинейной цепи постоянного тока.

3.11 Рассчитать статическое и дифференциальное сопротивления нелинейного элемента при указанном преподавателем значении напряжения.

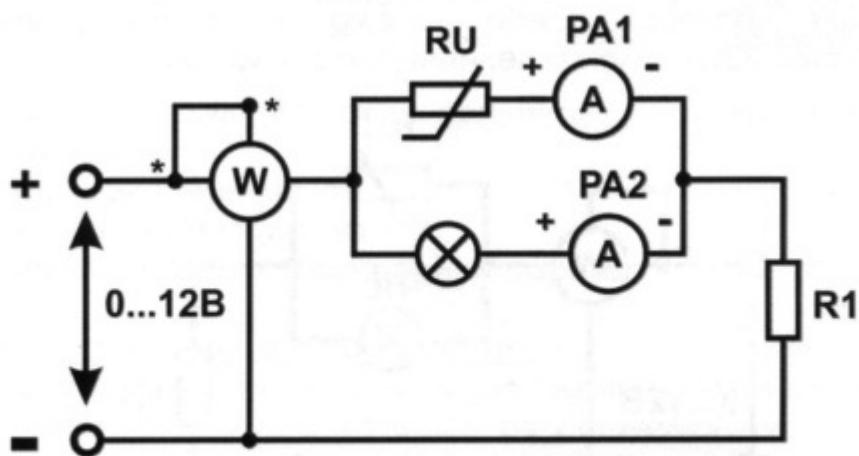


Рис. 3.3 Исследование нелинейной цепи постоянного тока

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

«РАЗВЕТВЛЕННАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

1. Цель работы: экспериментальным путем исследовать разветвленную электрическую цепь, содержащую резистивные элементы с нелинейной вольтамперной характеристикой при постоянном токе, проверить выполнение законов Кирхгофа.

2. Порядок выполнения работы

1. Изучить главу «Описание лабораторного стенда».
2. Убедиться, что выключатель стенда находится в положении «ВЫКЛ»
3. По указанию преподавателя, выбрать модули стенда для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули стенда согласно схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Отключить питание моноблока.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

- 3.1. Ознакомиться с принципиальной электрической схемой на рис. 3.1, где $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=100 \text{ Ом}$.
- 3.2. Собрать схему на рис. 3.1.
- 3.3. Представить схему для проверки преподавателю.

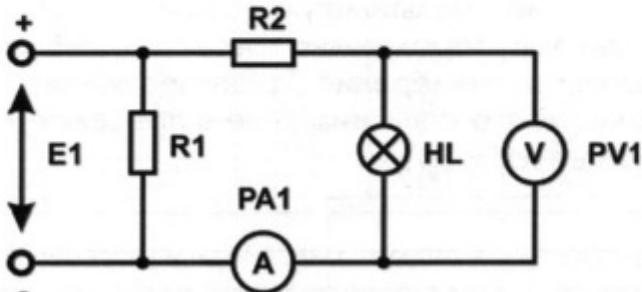


Рис. 20 Схема электрическая принципиальная

- 3.4. Включить переключатель «ВКЛ.» моноблока.
- 3.5. Попеременно устанавливать величины входного напряжения схемы посредством регулируемого источника питания так, как показано в таблице 3.1. Считывать при этом показания амперметра PA1 и заносить данные в таблицу 3.1. Особое внимание обратить на область напряжения, при котором лампа HL загорится – показания вольтметра PV1.

Таблица 3.1.

U, В	0	2	4	6	8	10	11	12
I, А								
R, Ом								

- 3.6. Выключить переключатель «ВКЛ.» моноблока.
- 3.7. Рассчитать сопротивление участка цепи по закону Ома:

$$R=U/I$$
- 3.8. Построить по полученным данным зависимости $R = f(U)$, $I = f(U)$.
- 3.9. Вычислить мощность лампы накаливания HL: $P = I^*U=I^2R=U^2/R$.

Лабораторная работа №6 «Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока»

1. Цель работы: приобретение навыков определения параметров элементов в цепях переменного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения, применения закона Ома в цепи переменного тока.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание стендса.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

Примечание. При проведении данной лабораторной работы требуется наличие лабораторного мультиметра.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Установить на мультиметре режим измерения сопротивления, подключить его выводы параллельно резистору R1 блока «Сопротивления добавочные», провести измерение фактических значений сопротивлений резистора R1, изменяя его сопротивление в пределах 50...600 Ом. Результаты измерений записать в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Установлено						
Измерено						

3.2. Аналогично п.3.1 провести измерение активного сопротивления R_k (47Ом) реальной катушки индуктивности (28мГн блока «Нелинейные элементы»). Результат записать в табл. 3.2.

Таблица 3.2

R_k , Ом	U_{Lk} , В	I , А	$Z_k = U/I$, Ом	X_k , Ом	L , Гн

3.3 Собрать электрическую цепь для определения полного сопротивления Z_k катушки L_k (рис. 3.1). Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.4 Включить электропитание моноблока и записать в табл. 3.2 показания амперметра PA1 и вольтметра PV2. Выключить электропитание. Рассчитать, используя закон Ома, полное сопротивление реальной индуктивности Z_k ; определить величину индуктивности катушки L_k и индуктивное сопротивление X_k (частота сети $f = 50$ Гц).

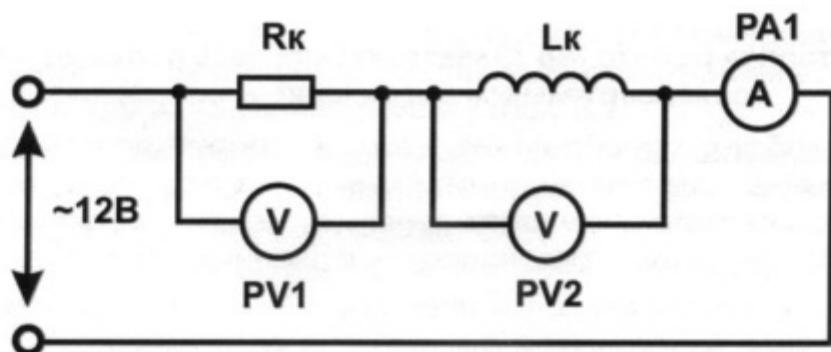


Рис. 3.1 Определение параметров элементов цепей переменного тока.

3.5 Подключить вместо катушки индуктивности L_k переменный конденсатор C_2 блока «Реактивные элементы». Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.6 Включить электропитание моноблока и записать в табл. 3.3 показания амперметра PA_1 и вольтметра PV_1 , устанавливая поочередно в соответствии с заданным вариантом значения емкости C (табл. 3.4).

Таблица 3.3

	Значение номинальной емкости конденсатора C		
	C_1	C_2	C_3
$U, \text{ В}$			
$I, \text{ А}$			
$X_C, \text{ Ом}$			
$C, \text{ мкФ}$			

Таблица 3.4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
C_1	40	80	60	60	150	150	200	150
C_2	60	100	120	100	40	80	60	60
C_3	150	150	200	150	100	120	100	80

3.7. Рассчитать, используя закон Ома, полное сопротивление реальной индуктивности Z_k и величину емкостного сопротивления X_C . Считая, что частота сети $f=50$ Гц, определить величину индуктивности реальной катушки L_k и емкостей конденсаторов C_1 , C_2 и C_3 .

3.8 Построить в масштабе векторные диаграммы для исследованных элементов.

3.9 Проведите эксперимент также на других частотах трехфазного генератора (100, 200, 400 Гц) и сравните полученные результаты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7
 «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
 С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ»

1. Цель работы: приобретение навыков сборки простых электрических цепей, измерение напряжений на отдельных участках цепи, изучение свойств цепей при последовательном соединении активных и реактивных элементов, знакомство с явлением резонанса напряжений, построение векторных диаграмм.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что все выключатели модулей находятся в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание моноблока.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

- 3.1 Собрать электрическую цепь (рис. 3.1). Установить в соответствии с вариантом (табл. 3.1) значения сопротивления резистора R_1 и емкость конденсатора C_1 . В качестве L_k использовать индуктивность номиналом 28мГн блока «Нелинейные элементы». В качестве источника переменного тока используется выход трехфазного генератора (50Гц).

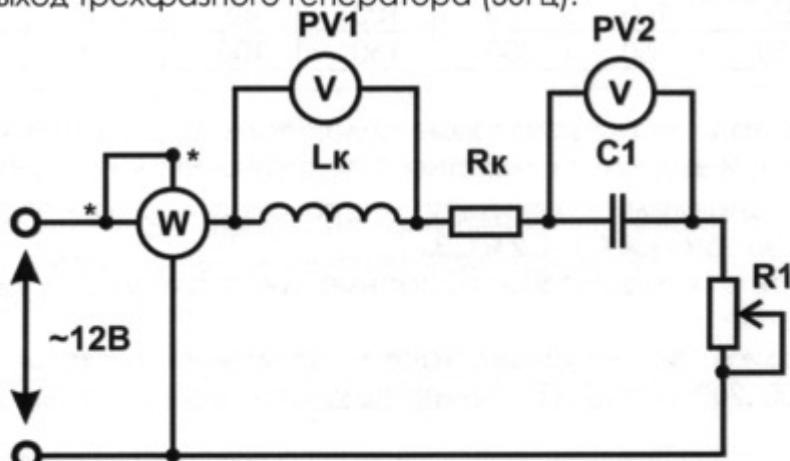


Рис. 3.1 Исследование электрической цепи переменного тока с последовательным соединением элементов.

Таблица 3.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
R_1 , Ом								
C , мкФ	80	150	80	120	100	180	200	80

- 3.2 Подсоединить параллельно конденсатору C дополнительный проводник (исключив этим конденсатор из цепи). Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.4. Включить питание моноблока и произвести измерения указанных в таблице 3.2. величин в цепи с последовательным соединением резистора R_1 и катушки L_K . Результаты измерений занести в табл. 3.2.

3.5. Выключить электропитание моноблока, подсоединить параллельно катушке L_K дополнительный проводник (исключив этим катушку из цепи). Предъявить схему для проверки преподавателю.

3.6. Включить электропитание моноблока и произвести измерения, указанных в таблице 3.2, величин для цепи с последовательным соединением резистора R_1 и конденсатора X_C . Результаты измерений занести в табл. 3.2. Выключить электропитание моноблока, убрать дополнительный проводник.

Таблица 3.2.

Схема	Измерено						Вычислено	
	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$U_R, \text{ В}$	$U_K, \text{ В}$	$U_C, \text{ В}$	$P, \text{ Вт}$	$\cos\phi$	ϕ
Z_K, R_1								
R_1, X_C								
$R_1, L_K, X_C 1$								
$R_1, L_K, X_C 2$								
$R_1, L_K, X_C 3$								

3.7. В цепи с последовательным соединением резистора R_1 , катушки L_K и конденсатора C_1 , изменяя величину емкости конденсатора C_1 с помощью галетного переключателя блока «реактивные элементы», добиться наибольшего показания амперметра, то есть обеспечить состояние цепи близкое к резонансу напряжений. Результаты измерений занести в табл. 3.2.

3.8. Уменьшая и увеличивая величину емкости конденсатора C_1 (от резонансного значения) добиться существенного изменения величины тока и провести измерения указанных в таблице величин для двух новых состояний цепи. Результаты измерений занести в табл. 3.2. Выключить электропитание модулей стенда.

3.9. Для цепи с последовательным соединением трех элементов (R_1, L_K, C_1) по результатам измерений определить полную мощность цепи S и отдельных участков S_R, S_K, S_C , активные мощности резистора и катушки индуктивности P_R и P_K , а также полное Z , активное R и реактивное X сопротивления всей цепи. Результаты расчета занести в табл. 3.3.

Таблица 3.3

$S, \text{ ВА}$	$S_R, \text{ ВА}$	$S_K, \text{ ВА}$	$S_C, \text{ ВА}$	$P_R, \text{ Вт}$	$P_K, \text{ Вт}$	$Q_K, \text{ ВАр}$	$Q_C, \text{ ВАр}$	$R, \text{ Ом}$	$X, \text{ Ом}$	$Z, \text{ Ом}$

3.10. Проверить баланс активных мощностей в цепи.

3.11. По результатам измерений для исследованных цепей вычислить значение коэффициента мощности $\cos\phi$ и угла сдвига фаз, построить в масштабе векторные диаграммы и объяснить их различие.

3.12. Объяснить влияние величины емкости конденсатора на режим работы исследованной цепи.

3.13. Сделать вывод о применении 2-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8
«ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С
ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ»

1. Цель работы: ознакомиться с особенностями параллельного соединения активных и реактивных элементов в цепи переменного тока, явлением резонанса токов, повышением коэффициента мощности, применением 1-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание стенда.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резистора R1, катушки L_k (28мГн блока «Нелинейные элементы») и конденсатора C1 (рис. 3.1), установив в соответствии с заданным вариантом значения сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора C1 (табл. 3.1). Включение отдельных ветвей осуществлять с помощью соответствующих проводников. Предъявить схему для проверки преподавателю. В качестве источника переменного тока используется выход трехфазного генератора (50Гц).

Таблица 3.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
R, Ом								
C, мкФ	80	180	100	80	120	120	150	180

3.2 Включив электропитание моноблока, исследовать цепь. Для этого, по показаниям ваттметра и измерительных приборов, измерить напряжение на входе цепи, активную мощность цепи, токи в ветвях и ток, потребляемый от источника питания. Результаты измерений занести в табл. 3.2.

3.3 Исследовать влияние емкости С, включенной параллельно индуктивной катушке L_k, на величину потребляемого от источника питания тока. Для этого подключить параллельно катушке L_k конденсатор С. Установить такое значение емкости С, при котором от источника потребляется минимальный ток (состояние цепи, близкое к резонансу токов). Измерить при этом токи в ветвях и ток, потребляемый из сети. Результаты занести в табл. 3.2. Уменьшая и увеличивая значение емкости конденсатора С относительно резонансного значения добиться существенного изменения величины общего тока. При этом измерить токи на всех участках цепи, напряжение и активную мощность цепи. Результаты занести в табл. 3.1.

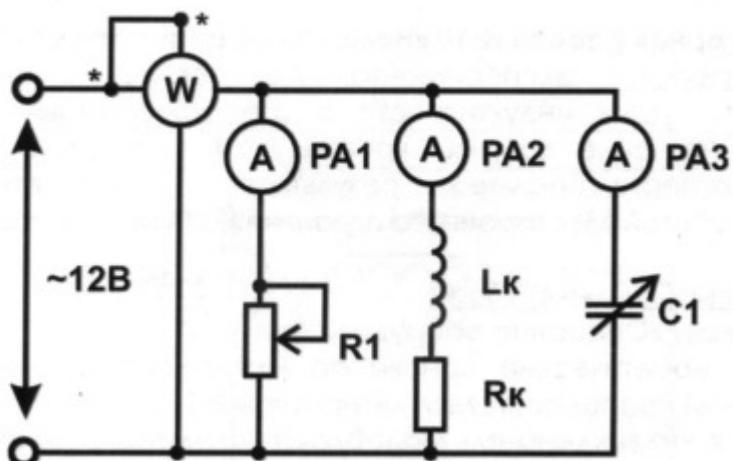


Рис. 3.1 Исследование электрической цепи переменного тока с параллельным соединением элементов

Таблица 3.2

Включены ветви	Измерено						Вычислено	
	U, В	I, А	IR, А	IC, А	IK, А	P, Вт	φ	cosφ
R								
C								
Lk								
R,C								
R, Lk								
R, Lk, C,								
Lk, C1								
Lk, C2								
Lk, C3								

3.4 По опытным данным построить в масштабе векторные диаграммы для каждого опыта, отметив на диаграммах для каждого случая угол сдвига фаз ϕ между напряжением и током, потребляемым от источника питания.

3.5 Сделать выводы о применении 1-го закона Кирхгофа в цепях переменного тока, о влиянии параллельно включенных потребителей друг на друга, влиянии величины емкости конденсатора на величину активной мощности цепи P, тока I, потребляемого от источника питания, а также на коэффициент мощности цепи, объяснив это влияние.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

«НЕЛИНЕЙНАЯ ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

1. Цель работы: экспериментальное исследование вольтамперных характеристик катушки индуктивности с ферромагнитным сердечником и конденсатора. Изучение формы кривой тока в катушке с сердечником. Сравнение экспериментальных результатов с расчетными данными. Знакомство с работой двустороннего ограничителя уровня напряжения.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель моноблока находится в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание стендса.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

Примечание. В данной лабораторной работе требуется наличие лабораторного осциллографа.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Собрать электрическую цепь по рис. 3.1 для снятия вольтамперной характеристики катушки с сердечником «47мГн» блока «Нелинейные элементы». В качестве регулируемого источника переменного напряжения ~0...12В использовать блок «Трехфазный генератор». Подключить параллельно добавочному резистору «47Ом» модуля «Нелинейные и реактивные элементы» выводы осциллографа. Установить пределы измерений напряжения и тока у измерителя мощности «1В...40В». Представить схему для проверки преподавателю.

3.2 Изменяя величину выходного напряжения генератора, снять вольтамперную характеристику катушки с ферромагнитным сердечником. Данные тока I и напряжения U_K в цепи считывать по измерителю мощности (ваттметру). При проведении опытов не допускать превышения тока свыше 0,3А. Результаты измерений занести в табл. 3.1. При проведении измерений наблюдать с помощью осциллографа форму кривой тока в цепи. При последнем измерении зарисовать осциллограмму кривой тока. Выключить электропитание моноблока.

Таблица 3.1

U_K , В	0						
I , А							

3.3 Снять вольтамперную характеристику конденсатора. Для этого, в схеме на рис. 3.1 подключить вместо катушки L1 конденсатор С (модуль реактивных элементов). Величину емкости конденсатора С установить по указанию преподавателя (например, 200 мкФ). Изменяя величину выходного напряжения, считывать показания измерителя мощности (данные по току I и напряжению U_C). Результаты измерений занести в табл. 3.2. Выключить электропитание

модулей стенда.

Таблица 3.2

$U_C, \text{ В}$	0						
$I, \text{ А}$							

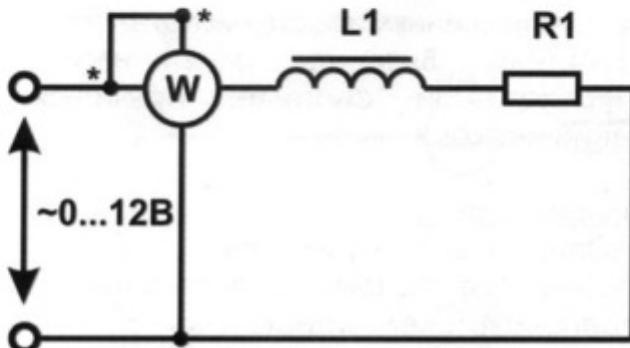


Рис. 3.1 Исследование нелинейной цепи переменного тока.

3.4 Используя полученные экспериментальные результаты (табл. 3.1, табл. 3.2), построить в одной системе координат вольтамперные характеристики катушки с ферромагнитным сердечником L_1 и конденсатора C .

3.5 Собрать электрическую цепь с последовательным соединением катушки с ферромагнитным сердечником L_1 и конденсатора C (рис. 3.2). Представить схему для проверки преподавателю.

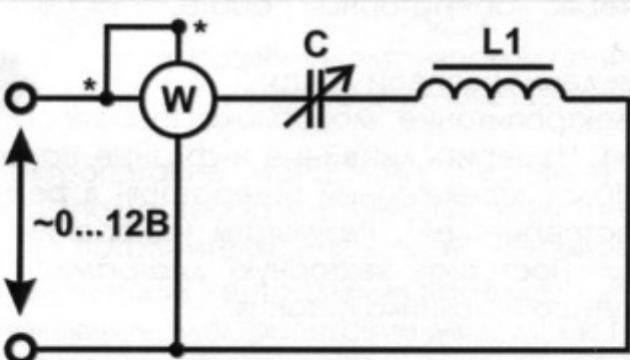


Рис. 3.2 Исследование нелинейной цепи переменного тока.

3.6 Плавно изменяя величину входного напряжения исследуемой цепи, снять вольтамперную характеристику всей цепи при увеличении и уменьшении входного напряжения. Данные тока I и напряжения U в цепи считывать по измерителю мощности (ваттметру). Обратить внимание на скачок тока при увеличении и уменьшении напряжения. Результаты измерений занести в табл. 3.3. Выключить электропитание моноблока.

Таблица 3.3

$U_{\text{увел}}, \text{ В}$	0						
$I_{\text{увел}}, \text{ А}$							
$U_{\text{уменьш}}, \text{ В}$							0
$I_{\text{уменьш}}, \text{ А}$							

3.7 По экспериментальным данным табл. 3.3 построить ВАХ цепи с последовательным соединением катушки с ферромагнитным сердечником L_1 и конденсатора C .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10
«ТРЕХФАЗНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ
ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»»

1. Цель работы: ознакомиться с трехфазными системами, измерением фазных и линейных токов и напряжений. Проверить основные соотношения между токами и напряжениями симметричного и несимметричного трехфазного потребителя. Выяснить роль нейтрального провода в четырехпроводной трехфазной системе. Научиться строить векторные диаграммы напряжений и токов.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что все выключатели модулей находятся в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание стенда.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

- 3.1 Включить электропитание моноблока (перевести в положение «ВКЛ» выключатель питания). Измерить линейные и фазные напряжения трехфазного источника питания (блок «треходфазный генератор») в режиме холостого хода (без подключения потребителей). Результаты измерений занести в табл. 3.1. Выключить моноблок. Построить векторную диаграмму фазных и линейных напряжений трехфазного источника питания.

Таблица 3.1

Линейные напряжения			Фазные напряжения			Вычислено		
U_{AB} , В	U_{BC} , В	U_{CA} , В	U_A , В	U_B , В	U_C , В	U_{ACP} , В	U_{FCP} , В	U_{ACP} / U_{FCP}

- 3.2 Собрать электрическую цепь (рис. 3.1), установить в соответствии с заданным вариантом (табл. 3.2) симметричную нагрузку (все сопротивления и мощности фазных потребителей одинаковы) и предъявить цепь для проверки преподавателю.

Таблица 3.2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
R1, Ом								
R2, Ом								
R3, Ом								

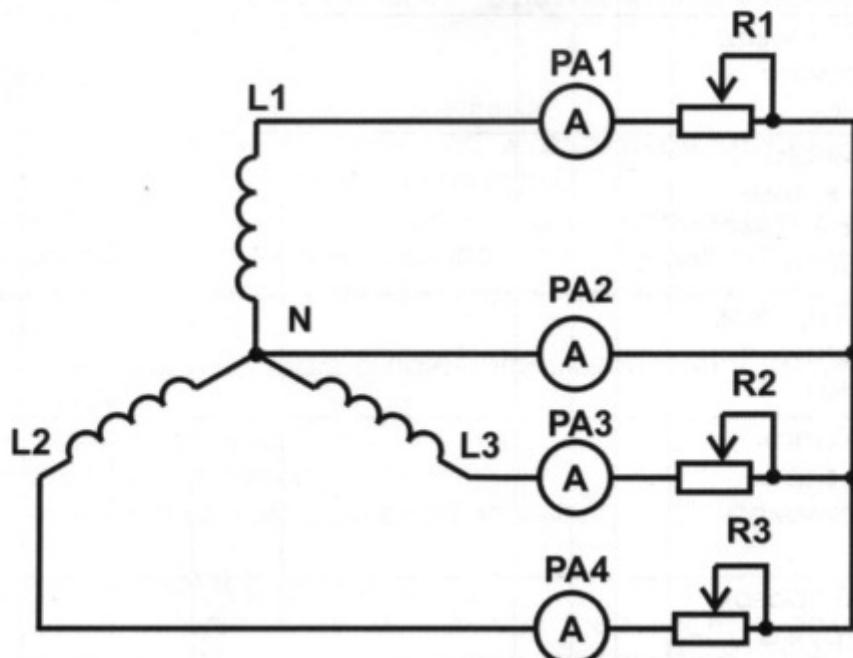


Рис. 3.1 Исследование трехфазной электрической цепи при соединении потребителей по схеме «звезда».

3.3 Включить электропитание моноблока (перевести в положение «ВКЛ» выключатель питания). С помощью измерительных приборов измерить все токи, фазные напряжения на потребителях и величину межузлового напряжения U_{nN} при включенном и отключенном нейтральном проводе N. Результаты измерений занести в табл. 3.3. Выключить электропитание модулей и предъявить результаты измерений преподавателю.

Таблица 3.3

Режим нагрузки	Токи нагрузки, А			Ток в нейтральном проводе, А	Фазные напряжения на потребителях, В			Межузловое напряжение, В
	I _A	I _B	I _C		I ₀	U _{AП}	U _{BП}	
Нейтральный провод включен, нагрузка симметричная								
Обрыв линейного провода «А» в четырехпроводной симметричной цепи								
Нейтральный провод выключен, нагрузка симметричная								
Обрыв линейного провода «А» в трехпроводной симметричной цепи								
Нейтральный провод включен, нагрузка несимметричная								
Нейтральный провод выключен, нагрузка несимметричная								

3.4 Изменить нагрузку в фазах потребителя в соответствии с заданным вариантом (несимметричная нагрузка). Включить электропитание модулей и измерить токи, напряжения в каждой фазе потребителя и величину межузлового напряжения U_{nN} при включенном и отключенном нейтральном проводе N. Результаты записать в табл. 3.3.

3.5 Для всех проведенных опытов построить в масштабе векторные диаграммы.

3.6 Сравнить влияние нейтрального провода на работу трехфазной системы при симметричной и несимметричной нагрузке.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11
«ТРЕХФАЗНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ПРИ
СОЕДИНЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО СХЕМЕ «ТРЕУГОЛЬНИК»

1. Цель работы: исследовать особенности работы трехфазной цепи при соединении симметричного и несимметричного потребителей треугольником, усвоить построение векторных диаграмм по результатам эксперимента.

2. Порядок выполнения работы:

1. Изучить главу «Описание оборудования».
2. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
3. Убедиться, что выключатель стенда находится в положении «ВЫКЛ»
4. По указанию преподавателя, выбрать модули для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект стенда.
5. Соединить модули согласно принципиальной электрической схеме или схеме соединений.
6. Провести эксперимент.
7. Выключить питание стенда.
8. Составить отчет по лабораторной работе.

3. Порядок проведения эксперимента:

3.1 Включить электропитание моноблока (перевести в положение «ВКЛ» выключатель питания). Измерить линейные напряжения U_{AB} U_{BC} и U_{CA} трехфазного генератора в режиме холостого хода (без подключения потребителей). Результаты измерений занести в табл. 3.1. Выключить моноблок. Построить векторную диаграмму линейных напряжений трехфазного источника питания.

Таблица 3.1

U_{AB} , В	U_{BC} , В	U_{CA} , В

3.2 В соответствии с рис. 3.1 собрать исследуемую электрическую цепь. Установить в соответствии с заданным вариантом (табл. 3.2) симметричную трехфазную нагрузку. Предъявить схему для проверки преподавателю.

Таблица 3.2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
R _{ab} , Ом								
R _{bc} , Ом								
R _{ca} , Ом								
Обрыв провода	A	B	C	A	B	C	A	B
Обрыв фазы	AB	BC	CA	AB	BC	CA	AB	BC

3.3 Включить моноблок (перевести в положение «ВКЛ» выключатель питания). С помощью измерительных приборов измерить фазные и линейные токи. Результаты измерений занести в табл. 3.3. Выключить моноблок.

Таблица 3.3

Режим нагрузки	Ток нагрузки, А					
	I_A	I_B	I_C	$ I_{AB} $	$ I_{BC} $	$ I_{CA} $
Симметричная нагрузка						
Обрыв линейного провода						
Обрыв фазы потребителя						
Несимметричная нагрузка						

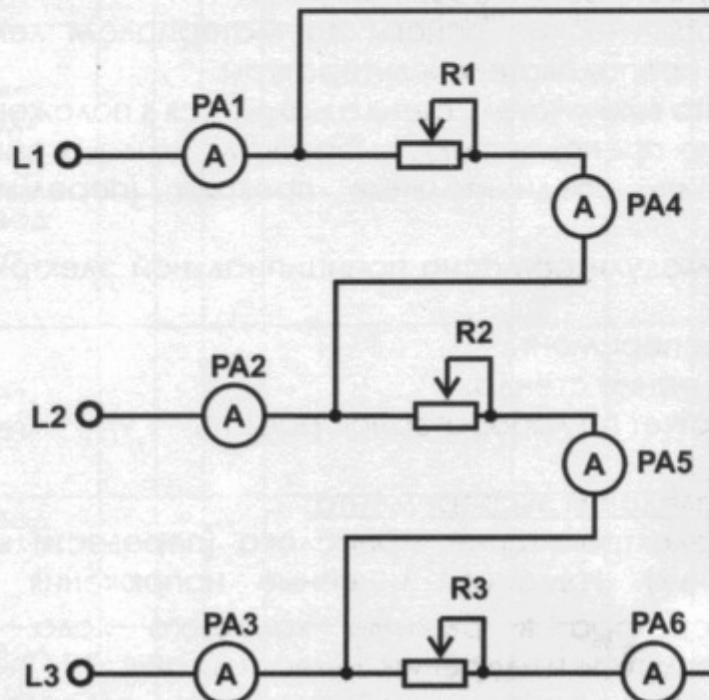


Рис. 3.1 Исследование трехфазной электрической цепи при соединении потребителей по схеме «треугольнику».

3.4 Разомкнуть в соответствии с заданным вариантом (табл. 3.2) поочередно линейный провод и фазу потребителя. Провести измерения фазного и линейных токов. Разрыв фазы потребителя моделировать отключением соответствующего резистора блока «Сопротивления добавочные» (отсоединить проводник/перемычку). Разрыв линейного провода моделировать, отсоединив соответствующий проводник/перемычку от модуля трехфазного генератора. Результаты занести в табл. 3.3. Выключить электропитание моноблока.

3.5 В соответствии с вариантом задания установить в фазах потребителя несимметричную нагрузку. Включить электропитание моноблока. Измерить фазные и линейные токи. Результаты записать в табл. 3.3. Выключить электропитание моноблока.

3.6 Для всех опытов построить в масштабе векторные диаграммы.

3.7 Сравнить результаты измерений линейных и фазных токов при соединении в треугольник при симметричной и несимметричной нагрузке, сделать выводы.

3.8 Проанализировать влияние обрыва линейного провода и фазы потребителя на режим работы трехфазной цепи.

3.9 Сравнить режимы работы электрической цепи при включении потребителей в звезду и треугольник при симметричной и несимметричной нагрузке.