

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
/ С.А. Махновский
«09» февраля 2022 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине
ОП.02 Основы электротехники

для обучающихся специальности

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
(базовой подготовки)

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Информатики и вычислительной техники»
Председатель И.Г. Зорина
Протокол № 5 от 19.01.2022

Методической комиссией МпК

Протокол № 4 от 09.02.2022

Разработчик:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова» Многопрофильный колледж

Е.А. Губчевская

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы электротехники».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	7
Практическое занятие 3	9
Практическое занятие 4	10
Практическое занятие 5	11
Лабораторная работа 1	13
Лабораторная работа 2	15
Лабораторная работа 3	17
Лабораторная работа 4	20
Лабораторная работа 5	22

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические и лабораторные занятия. Являясь частью изучения учебной дисциплины, они призваны экспериментально подтвердить теоретические положения и формировать общие и профессиональные компетенции, практические умения.

Состав и содержание практических и лабораторных работ направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы электротехники» предусмотрено проведение практических и лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей;
- различать непрерывные и дискретные сигналы и их параметры.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Выполнять требования технического задания на проектирование цифровых устройств

ПК 3.1. Проводить контроль, диагностику и восстановление работоспособности компьютерных систем и комплексов.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы электротехники» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике,

- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1. Электрическая цепь. Элементы электрической цепи

Практическая работа № 1

Определение параметров и характеристик элементов электрической цепи

Цель: научиться определять параметры и характеристик элементов электрической цепи.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы требуется наличие специальной литературы, интернет-ресурсы.

Задание:

1. Используя справочную литературу, средства интернет и другие информационные источники, определите параметры элементов электрической цепи и заполните таблицы 1, 2, 3. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 4.

Таблица 1 – Параметры резисторов

Маркировка элемента	Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений	Допуск, %	Габаритные размеры, мм		
				Диаметр (ширина), D (B)	Длина (L)	Высота (h)

Таблица 2 – Параметры конденсаторов

Тип	Номинальное напряжение, В	Диапазон номинальных ёмкостей	Допуск, %	Габаритные размеры, мм		
				Диаметр (ширина), D (B)	Длина (L)	Высота (h)

Таблица 3 – Параметры трансформаторов

Тип	Длительность импульса, мкс	Амплитуда импульсов на первичной обмотке, В	Частота следования импульсов, кГц	Ток намагничивания, мА

Таблица 4 – Исходные данные

Вариант		Вариант		Вариант		Вариант	
1	МЛТ-0,125 КД-1 ТИ1	8	СП3-9 К75-15 ТИМ1	15	ВС-0,5 К10У-5 ТИ6	22	С2-1 К75-37 ТИ51
2	МЛТ-0,25 КД-2 ТИ26	9	СП3-16 К75-41 ТИМ22	16	ВС-0,25 КД-1 ТИ29	23	Р1-16 КМ-6 ТИМ43
3	МЛТ-0,5 КМ-6 ТИ2	10	СП5-30 К50-20 ТИМ2	17	ВС-0,125 К75-41 ТИ5	24	МЛТ-0,125 К75-15 ТИ52
4	МЛТ-1 К10У-5 ТИ27	11	СП3-38 КД-1 ТИМС23	18	МЛТ-0,5 К50-6 ТИ30	25	СП3-9 К50-20 ТИМ44
5	ВС-0,125 КТ4-21 ТИ3	12	СП-4-1 КМ-6 ТИМ3	19	МЛТ-0,25 КМ-6 ТИМ64	26	СП5-30 КД-1 ТИ53
6	ВС-0,25 К50-6 ТИ28	13	Р1-16 К10У-5 ТИМ24	20	МЛТ-1 К75-37 ТИМ25	27	СП3-16 К50-6 ТИМ45
7	ВС-0,5 К75-37 ТИ4	14	С2-11 К50-6 ТИМ4	21	МЛТ-0,125 К75-41 ТИМ65	28	СП3-38 К10У-5 ТИ54

2. Зарисуйте эскизные чертежи элементов с указанием размеров.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- таблицы с параметрами резисторов, конденсаторов, трансформаторов;
- эскизные чертежи элементов с размерами;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.2. Основные понятия, определения и законы теории электрических цепей

Практическая работа № 2

Определение параметров электрической цепи постоянного тока

Цель: научиться рассчитывать параметры электрической цепи постоянного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

–применять основные определения и законы теории электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Выполните расчёт цепи постоянного тока, состоящей из источника электроэnergии (аккумуляторная батарея), потребителя электроэnergии (резистор) и соединительных проводов. Исходные данные приведены в таблице 5.

Порядок выполнения работы:

- 1) нарисуйте схему электрической цепи;
- 2) определите сопротивление проводника $R_{\text{пров}}$;
- 3) определите сопротивление потребителя электроэnergии $R_{\text{потр}}$;
- 4) определите ЭДС источника электроэnergии;
- 5) определите количество электрическойэnergии, выделяемое проводником при нагреве;
- 6) определите мощность потребителя;
- 7) определите мощность источника электроэnergии;
- 8) определите коэффициент полезного действия (КПД) цепи.

Таблица 5 – Исходные данные

вариант	Внутреннее сопротивление источника, Ом	Время работы цепи, с	Длина соединительных проводов, м	Площадь сечения проводов, мм ²	Сила тока, А	Напряжение на потребителе, В	Удельное сопротивление проводов, Ом·м
1	0,1	10	0,5	0,4	1	5	$2 \cdot 10^{-7}$
2	0,2	20	0,6	0,5	2	6	$3 \cdot 10^{-8}$
3	0,3	30	0,7	0,6	3	7	$4 \cdot 10^{-8}$
4	0,4	40	0,7	0,7	4	8	$5 \cdot 10^{-7}$
5	0,5	50	0,2	0,8	5	9	$2 \cdot 10^{-7}$
6	0,6	60	0,3	0,9	6	10	$2 \cdot 10^{-8}$
7	0,7	70	0,4	0,4	7	11	$3 \cdot 10^{-8}$
8	0,8	80	0,5	0,5	0,5	12	$4 \cdot 10^{-7}$
9	0,9	90	0,6	0,6	0,6	13	$5 \cdot 10^{-7}$
10	0,1	100	0,7	0,7	0,7	14	$6 \cdot 10^{-8}$
11	0,2	110	0,7	0,8	0,8	15	$2 \cdot 10^{-8}$
12	0,3	120	0,2	0,9	0,9	3	$2 \cdot 10^{-7}$
13	0,4	10	0,3	0,4	1	4	$3 \cdot 10^{-8}$
14	0,5	20	0,4	0,5	2	5	$4 \cdot 10^{-8}$
15	0,6	30	0,5	0,6	3	6	$5 \cdot 10^{-7}$
16	0,7	40	0,6	0,7	4	7	$2 \cdot 10^{-7}$
17	0,8	50	0,7	0,8	5	8	$2 \cdot 10^{-8}$
18	0,9	60	0,7	0,9	6	9	$3 \cdot 10^{-8}$
19	0,1	70	0,2	0,4	7	10	$4 \cdot 10^{-7}$
20	0,2	80	0,3	0,5	0,5	11	$5 \cdot 10^{-7}$
21	0,3	90	0,4	0,6	0,6	12	$6 \cdot 10^{-8}$
22	0,4	100	0,5	0,7	0,7	13	$2 \cdot 10^{-8}$
23	0,5	110	0,6	0,8	0,8	14	$2 \cdot 10^{-7}$
24	0,6	120	0,7	0,9	0,9	15	$3 \cdot 10^{-8}$
25	0,7	10	0,7	0,4	1	5	$4 \cdot 10^{-8}$
26	0,8	20	0,2	0,5	2	6	$5 \cdot 10^{-7}$
27	0,9	30	0,3	0,6	3	7	$2 \cdot 10^{-7}$
28	0,1	40	0,4	0,7	4	8	$2 \cdot 10^{-8}$

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схему электрической цепи;
- г) результаты расчётов;
- д) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.4. Методы расчета электрических цепей постоянного тока**Практическое занятие № 3****Расчёт цепей постоянного тока разными методами**

Цель: научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока разными методами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание: Определить токи в цепи: методом узловых и контурных уравнений, методом наложения, методом узлового напряжения, методом контурных токов. Составьте баланс мощностей. Схемы электрических цепей приведены на рисунке 2. Исходные данные вариантов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные

Вариант	№ схемы	E_1 , В	E_2 , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
1	1	100	80	1	5	20
2	2	110	70	2	4	21
3	3	120	60	3	3	22
4	4	130	50	4	2	23
5	1	140	60	5	1	24
6	2	150	70	4	1	25
7	3	140	80	3	2	20
8	4	130	70	2	1	21
9	1	120	60	1	2	22
10	2	110	50	1	3	23
11	1	100	80	2	4	24
12	2	110	70	3	5	25
13	3	120	60	4	3	20
14	4	130	50	5	5	21

15	1	140	60	4	1	22
16	2	150	70	3	2	23
17	3	140	80	2	3	24
18	4	130	70	1	4	25
19	1	120	60	1	5	20
20	2	110	50	2	1	21
21	1	100	80	3	1	22
22	2	110	70	4	2	23
23	3	120	60	5	3	24
24	4	130	50	4	4	25
25	1	140	60	3	5	20
26	2	150	70	2	4	21
27	3	140	80	1	3	22
28	4	130	70	1	2	23
29	1	120	60	2	1	24
30	2	110	50	3	2	25

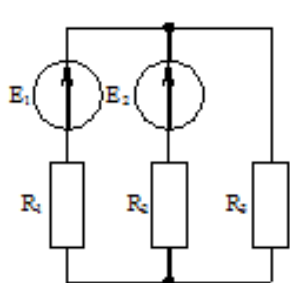


Схема №1

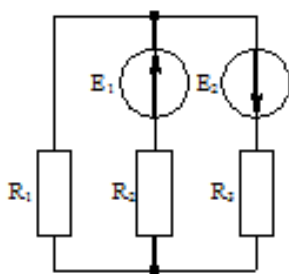


Схема №2

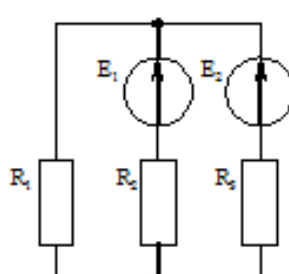


Схема №3

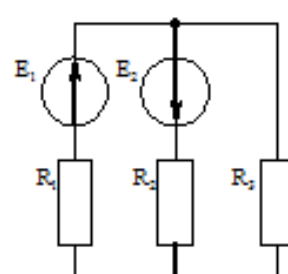


Схема №4

Рисунок 2 - Схемы электрических цепей

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- исходные данные для расчёта (по вариантам);
- схема электрической цепи к каждой задаче;
- результаты расчётов;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.5 Нелинейные электрические цепи

Практическая работа №4

Расчёт нелинейных электрических цепей

Цель: научиться рассчитывать нелинейные электрические цепи постоянного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание: Решите задачи, используя графоаналитический метод расчёта.

1. Пользуясь рисунком 3, запишите порядок решения следующих задач:

1.1. Дано напряжение U_2 . Определите в цепи ток и напряжение U_1 и U .

1.2. Дан ток. Определите напряжения U_1 , U_2 и U .

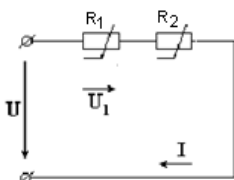


Рисунок 3 – Последовательное соединение нелинейных элементов

2. Пользуясь рисунком 4, запишите порядок решения следующих задач:

2.1. Дан ток I_2 . Определите напряжение U и токи I_1 , I .

2.2. Дан ток I . Определите напряжение U и токи I_1 , I_2 .

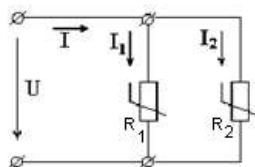


Рисунок 4 – Параллельное соединение нелинейных элементов

3. Постройте вольтамперную характеристику лампы накаливания по данным таблицы 8.

Таблица 8 - Характеристика лампы накаливания

U, В	0	20	40	60	80	100	120
I, А	0	0,6	1,1	1,5	1,85	2,15	2,4

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схема электрической цепи к задаче;
- результаты расчётов;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.6. Электромагнетизм

Практическая работа №5

Расчёт магнитных цепей

Цель: научиться рассчитывать магнитные цепи постоянного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание: Решите задачи:

1. Каким должен быть намагничивающий ток катушки индуктивности, имеющей 200 витков, чтобы ее намагничивающая сила создала в чугунном кольце магнитный поток $0,000157 \text{ Вб}$? Средний радиус чугунного кольца 5 см, а диаметр его сечения 2 см (рисунок 5).
2. Замкнутая магнитная цепь (рисунок 6) выполнена из пластин трансформаторной стали. Сколько витков должна иметь катушка с током 0,5 А, чтобы создать в сердечнике магнитный поток $0,0016 \text{ Вб}$?
3. Магнитная цепь, изображенная на рисунке 7, аналогична магнитной цепи предыдущего примера, за исключением того, что она имеет воздушный зазор 5 мм. Какими должны быть намагничивающая сила и ток катушки, чтобы магнитный поток был таким же, как и в предыдущем примере, то есть $0,0016 \text{ Вб}$?
4. Расчетom найдено, что магнитный поток трансформатора 72000 Мкс. Требуется рассчитать намагничивающую силу и намагничивающий ток первичной обмотки, имеющей 800 витков. В сердечнике трансформатора имеется зазор 0,2 мм. Размеры сердечника трансформатора показаны на рисунке 8. Сечение сердечника 6 см^2 .

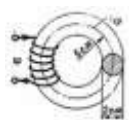


Рисунок 5 –
Магнитная цепь
к задаче 1

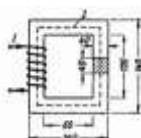


Рисунок 6 –
Магнитная
цепь к задаче 2



Рисунок 7 -
Магнитная цепь
к
задаче 3

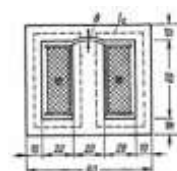


Рисунок 8 -
Магнитная цепь
к
задаче 4

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.3. Законы последовательного и параллельного соединений потребителей постоянного тока

Лабораторная работа №1

Исследование цепи постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением резисторов

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 постоянного тока. Исследовать особенности последовательного и параллельного соединения в электрических цепях постоянного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с лабораторной установкой.

Собрать линейную электрическую цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов (рис. 5), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 9).

Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 9 - Исходные данные для сборки цепи

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1*	R5-1	R5-2	R5-3	R5-1	R5-2	R5-3
R2*	R3	R3	R3	R8	R8	R8

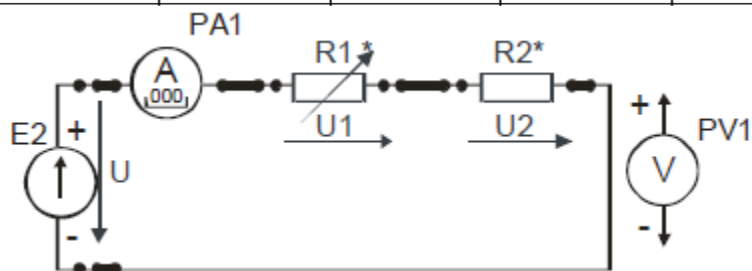


Рисунок 5 – Схема электрической цепи с последовательным соединением элементов

Включить электропитание стенда и источник электропитания E2. Установить в соответствии с заданным вариантом значение напряжения источника E2, подключив к его выходным клеммам вольтметр. Подключая вольтметр PV1 к соответствующим гнездам, измерить величину напряжения на резисторах R1 и R2, а также ток I в цепи. Результаты измерений занести в табл. 10.

Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R1 с помощью соответствующего тумблера (позиции 1, 2 или 3) и снова провести аналогичные измерения. Выключить источник E2. По результатам измерений вычислить величину сопротивления каждого потребителя (R1 и R2) и общее (эквивалентное) сопротивление RЭ цепи. Результаты вычислений занести в табл. 10. Выключить источник электропитания.

Таблица 10

Измерено				Вычислено		
Напряжение на входе цепи $U, В$	Ток в цепи, $I, А$	Напряжение на потребителе, В		Сопротивление потребителя, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, $R_э, Ом$
		U_1	U_2	R_1	R_2	

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.

Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резисторов (рис. 6), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 11). Представить схему для проверки преподавателю.

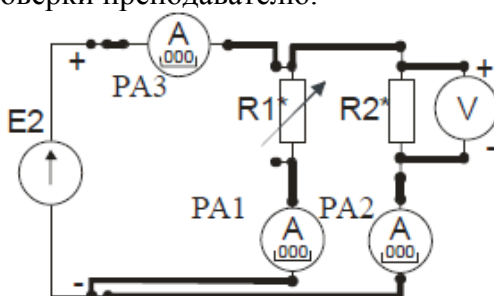


Рисунок 6 – Схема электрической цепи с параллельным соединением резисторов

Таблица 11 - Исходные данные для сборки цепи

Вариант	1	2	3	4	5	6
$E_2, В$	12	10	8	12	10	8
R_1	R4-1	R4-2	R4-3	R4-1	R4-2	R4-3
R_2	R7	R7	R7	R9	R9	R9

Включить источник постоянного напряжения E_2 . Установить заданное значение напряжения питания. Измерить напряжения и токи на всех участках цепи. Результаты занести в табл. 4.

Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R_1 с помощью соответствующего тумблера и снова провести аналогичные измерения. Выключить электропитание. По результатам измерений рассчитать сопротивления резисторов R_1 , R_2 и сопротивление всей цепи $R_э$, проводимости отдельных ветвей g_1 и g_2 и всей цепи $g_э$. Результаты вычислений занести в табл. 12. Убедиться в соблюдении первого закона Кирхгофа.

Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R_1 на режим работы цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.

Таблица 12 - Результаты измерений

Измерено				Вычислено					
$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$I_3, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$g_1, См$	$g_2, См$	$g_э, См$	$R_э, Ом$
		—	—						
			—						

Сделать выводы о выполнении законов Кирхгофа и о применении закона Ома в линейной электрической цепи постоянного тока.

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 2.2. Цепь переменного тока с активными и реактивными элементами

Лабораторная работа № 2

Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока

Цель: 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.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Экспериментальное определение величины сопротивления резистора.

Собрать схему по рисунку 7. В качестве резистора R^* использовать резистор R11 или R10 (табл. 13). В соответствии с заданным вариантом установить соответствующий тумблер в заданную позицию (1, 2 или 3). Представить схему для проверки преподавателю.

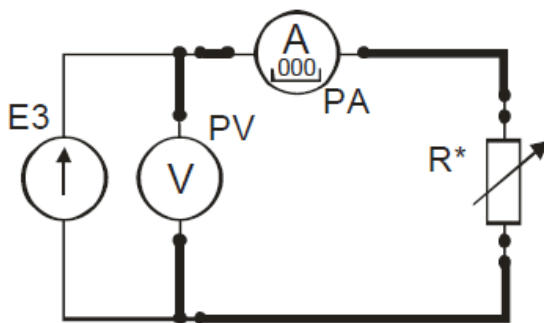


Рисунок 7 - Цепь переменного тока с резистором

Таблица 13 – Исходные данные для сборки цепи с резистором

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	7	6	5	7	6
R*	R10-1	R10-2	R10-3	R11-1	R11-2	R11-3

Включить электропитание стенда и источник питания E3, установить заданное значение напряжения источника питания и измерить величину напряжения и тока в цепи. Результаты занести в таблицу 16.

3. Для определения величины емкости конденсатора собрать схему по рисунку 8. В качестве исследуемого конденсатора C* использовать перестраиваемый конденсатор C1 в соответствующей позиции переключателя (например, запись C1-2 означает, что переключатель батареи конденсаторов C1 должен быть в позиции «2»). После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания E3, установить у измерителя мощности режим измерения частоты f. В соответствии с заданием (табл. 14) установить заданные значения величины напряжения питания и его частоты. Частоту устанавливать с точностью $\pm(5...10)$ Гц. Измерить величину тока, напряжения и частоты в цепи. Результаты занести в таблицу 16.

Таблица 14 - Исходные данные для сборки цепи с конденсатором

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	5	5	7	7	7
C*	C1-1	C1-2	C1-3	C1-4	C1-5	C1-3
f, Гц	300 $\pm$ 10	250 $\pm$ 10	200 $\pm$ 10	160 $\pm$ 10	130 $\pm$ 10	100 $\pm$ 10

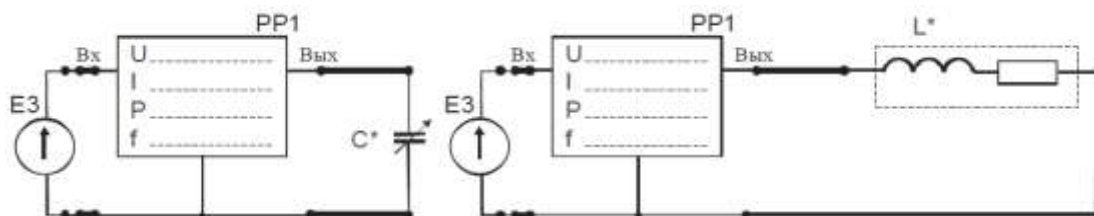


Рисунок 8 - Цепь переменного тока с конденсатором (а) и катушкой индуктивности (б)

4. Для определения параметров реальной катушки индуктивности собрать схему по рисунку 8. В качестве исследуемой катушки L* использовать катушки L1, L2 стенда или их последовательное соединение (L1+ L2) в соответствии с заданным вариантом (табл. 15).

Таблица 15 - Исходные данные для сборки цепи с катушкой индуктивности

№ варианта	1	2	3	4	5	6
L*	L1	L1	L2	L2	L1+ L2	L1+ L2
f, Гц	200	300	250	350	200	300

После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания E3, установить значения величину напряжения питания 7 В и заданное значение частоты f. Частоту устанавливать с точностью $\pm(5...10)$ Гц. Измерить величину тока и активной мощности в цепи. Результаты занести в таблицу 16.

5. Определить величину активного сопротивления катушки методом амперметра и вольтметра. Для этого подключить её к источнику постоянного напряжения E2 (рис. 9).

Установить у цифрового амперметра режим измерения постоянного тока. После проверки схемы преподавателем включить источник питания E2, установить у него выходное напряжение 10 В и измерить величину постоянного тока в цепи. Результат занести в таблицу 16. Выключить электропитание.

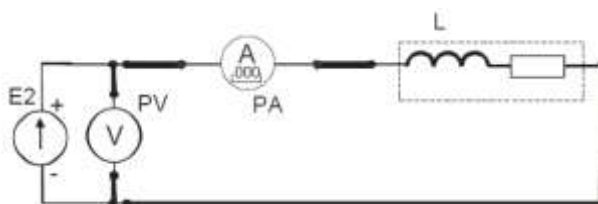


Рисунок 9 – Цепь постоянного тока с катушкой индуктивности

Таблица 16 – Результаты измерений

Включено	Измерено				Вычислено			
	U, В	I, мА	f, Гц	P, Вт	Z, Ом	R, Ом	L, мГн	C, мкФ
R*			-----				-----	-----
C*				-----		-----	-----	
L*								-----
L*			-----	-----	-----		-----	-----

6. По результатам измерений рассчитать полное сопротивление Z каждого элемента, активное сопротивление R , величину индуктивности L и емкости C и построить векторные диаграммы.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- электрические схемы опытов;
- таблицы с результатами опытов и вычислений;
- расчетные соотношения;
- векторные диаграммы для резистора, реальной катушки и конденсатора;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведен, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 2.3. Свойства основных электрических RC и RLC- цепочек, цепей с взаимной индукцией

Лабораторная работа № 3

Экспериментальное исследование электрической цепи переменного тока с последовательным соединением элементов

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей;
- различать непрерывные и дискретные сигналы и их параметры.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

Задание:

1. Изучить тему «Последовательное соединение элементов в цепи переменного тока», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением резистора R^* и конденсатора C^* (рис. 10), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 10). В качестве резистора R^* использовать перестраиваемый резистор R10 в соответствующей позиции переключателя (табл. 17). У цифровых амперметров установить режим измерения переменного тока. Предъявить схему для проверки преподавателю.

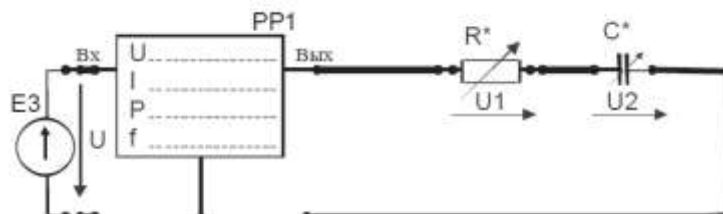


Рисунок 10 – Цепь переменного тока с последовательным соединением резистора и конденсатора

Таблица 17 – Исходные данные для сборки цепи

№ варианта	1	2	3	4	5	6
R^*	R10-1	R10-2	R10-3	R10-1	R10-2	R10-3
C^*	C2-5	C2-5	C2-5	C2-4	C2-4	C2-4

3. Включить питание стенда, источник переменного напряжения E3. Установить на выходе источника питания E3 напряжение 7 В с частотой $400 \pm 10\text{ Гц}$. Провести измерения указанных в таблице 18 величин. Результаты измерений занести в таблицу 20. Выключить источник электропитания E3.

Таблица 18 – Результаты измерений

Схема	U , В	I , мА	U_R , В	U_C , В	U_C , В	P , Вт
RC				-----		
$Z_K C$			-----			

4. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением реальной катушки индуктивности L^* конденсатора C^* (рис. 11), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 19). Предъявить схему для проверки преподавателю.

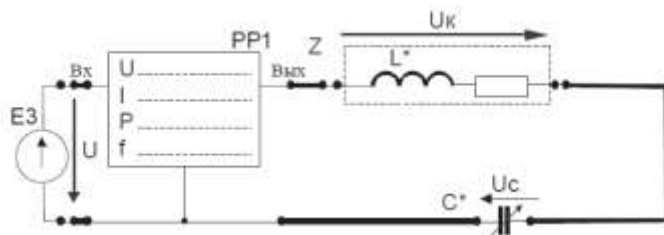


Рисунок 11 - Цепь с последовательным соединением реальной катушки индуктивности и конденсатора

Таблица 19 - Исходные данные для сборки цепи

№ варианта	1	2	3	4	5	6
L^*	L1	L1	L1	L2	L2	L2
C^*	C2-1	C2-2	C2-3	C2-3	C2-4	C2-2

5. Включить электропитание, установить на выходе источника питания E3 напряжение 7 В с частотой 400 ± 10 Гц. Провести измерения указанных в таблице величин для цепи с последовательным соединением реальной катушки индуктивности L и конденсатора C . Результаты измерений занести в табл. 20. Выключить электропитание.

6. Для исследованных цепей по результатам измерений рассчитать:

- полную мощность цепи S ,
- реактивную мощность цепи Q ,
- коэффициент мощности цепи $\cos \varphi$ и угол сдвига фаз φ между напряжением на входе цепи и током,
- коэффициент мощности катушки $\cos \varphi_K$ и угол сдвига фаз φ_K между напряжением на катушке и током,
- полные, активные и реактивные сопротивления всей цепи и отдельных участков (Z_K , R_K , X_K , X_C , Z_{Σ} , R_{Σ} , X_{Σ}). Результаты занести в таблицу 20.

Таблица 20 – Результаты расчётов

$S=UI$, ВА	$Q=\sqrt{S^2 - P^2}$, ВАр	$\cos \varphi_K$	φ_K , град	$\cos \varphi$	φ , град	Z_K , Ом	R_K , Ом	X_K , Ом	X_C , Ом	Z_{Σ} , Ом	R_{Σ} , Ом	X_{Σ} , Ом

7. По результатам измерений для исследованных цепей построить в масштабе векторные диаграммы, треугольники сопротивлений и мощностей, сделать вывод о характере каждой исследованной цепи.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схему исследуемой цепи;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) векторные диаграммы;
- е) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 2.3. Свойства основных электрических RC и RLC- цепочек, цепей с взаимной индукцией

Лабораторная работа № 4

Экспериментальное исследование частотных свойств электрической цепи переменного тока

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять основные определения и законы теории электрических цепей;
- учитывать на практике свойства цепей с распределёнными параметрами и нелинейных электрических цепей;
- различать непрерывные и дискретные сигналы и их параметры.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01.

Задание:

1. Изучить тему «Частотные свойства электрических цепей», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей с включёнными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы.

1. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением элементов (рис. 12) и предъявить её для проверки преподавателю.

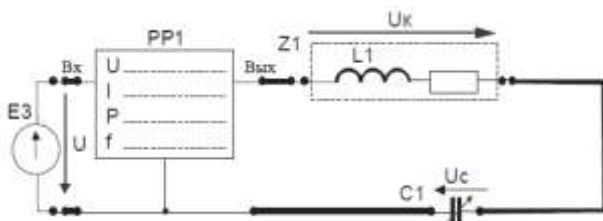


Рисунок 12 - Электрическая цепь с последовательным соединением элементов

2. Включить электропитание, установить на выходе генератора напряжение 5...6 В и изменяя частоту входного сигнала от 40 Гц до 400 Гц измерять входное напряжение U , активную мощность цепи P , ток в цепи I , напряжения на катушке индуктивности U_K , конденсаторе U_C , а также угол сдвига фаз φ между входным напряжением U и током I . При этом обеспечить

значение частоты f_0 источника питания, при котором в цепи будет наблюдаться явление резонанса напряжений (угол сдвига фаз $\varphi=0$). Результаты измерений занести в таблицу 21. Выключить источник переменного напряжения.

Таблица 21 - Результаты измерений

f , Гц									
U , В									
P , Вт									
I , А									
φ , град									
U_L , В									
U_C , В									
U_R , В									

3. По результатам измерений для каждого значения частоты входного сигнала рассчитать величину полного сопротивления цепи Z_{BX} , активного сопротивления цепи R , полного сопротивления катушки индуктивности Z_K , реактивного сопротивления цепи X , индуктивного X_L и емкостного X_C реактивных сопротивлений, а также величину индуктивности L , емкости C и активного сопротивления цепи R . (табл. 22).

4. По результатам расчетов и измерений построить графики характеристик $I=F(f)$, $Z_{BX}=F(f)$, $U_K=F(f)$, $U_C=F(f)$, $\varphi=F(f)$.

5. Определить граничные частоты f_2 и f_1 , а также резонансную частоту f_0 . По найденным значениям частот вычислить добротность Q_1 . Используя значения параметров элементов последовательной цепи вычислить добротность Q_2 . Сравнить полученные значения добротности. Результаты расчетов занести в табл. 23.

Таблица 22 – Результаты расчётов

f , Гц									
Z_{BX} , Ом									
R , Ом									
Z_K , Ом									
X , Ом									
X_L , Ом									
X_C , Ом									
L , мГн									
C , мкФ									

Таблица 23 - Результаты расчётов

f_0 , Гц	f_1 , Гц	f_2 , Гц	Q_1	Q_2

Форма представления результата:

Отчет должен содержать:

- наименование и цель работы;
- электрические схемы проведенных экспериментов;
- таблицы с результатами эксперимента;
- экспериментальные характеристики;
- выводы о частотных свойствах исследованной цепи.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведен, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 2.4. Трёхфазные электрические цепи

Лабораторная работа № 5

Экспериментальное исследование трехфазной электрической цепи при соединении по схеме «звезда»

Цель: 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.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01.

Задание:

1. Изучить тему «Трёхфазные электрические цепи при соединении по схеме «звезда», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Включить электропитание стенда. Включить трехфазный источник питания Е4 и измерить стрелочным вольтметром линейные и фазные напряжения источника питания на холостом ходу. Результаты измерений занести в табл. 24. Выключить источник электропитания. Проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями источника питания.

Таблица 24 - Результаты измерений

Измерено на клеммах источника питания						Вычислено		
Линейные напряжения			Фазные напряжения					
$U_{AB}, В$	$U_{BC}, В$	$U_{CA}, В$	$U_A, В$	$U_B, В$	$U_C, В$	$U_L, В$	$U_\Phi, В$	U_L/U_Φ

3. Собрать симметричную четырехпроводную трехфазную электрическую цепь (рис. 13). В качестве амперметров использовать цифровые приборы в режиме измерения переменного тока (тумблер режима работы приборов в позиции «~»). В качестве потребителей RA, RB, RC использовать резисторы R17, R18, R19, установив соответствующие тумблеры в позицию «1». Представить схему для проверки преподавателю.

4. Исследовать режимы работы симметричной трехфазной цепи при наличии и отсутствии нейтрального провода, а также влияние нейтрального провода и обрыва линейного провода заданной фазы (табл.26) на режим работы цепи. Для этого включить электропитание стенда, источник трехфазного напряжения Е4 и измерять линейные токи IA, IB, IC и ток в нейтральном

проводе IN, фазные напряжения источника U_A , U_B , U_C , фазные напряжения на потребителях U_{AP} , U_{BP} , U_{CP} и напряжение смещения нейтрали U_{nN} . Напряжения измерять, подключая выводы вольтметра к соответствующим клеммам. Результаты измерений занести в табл. 26. Выключить источник питания E_4 .

5. Исследовать режимы работы несимметричной трехфазной цепи с активной нагрузкой при наличии и отсутствии нейтрального провода, а также влияние нейтрального провода и обрыва линейного провода заданной фазы на режим работы цепи. Для этого установить параметры цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 25), включить электропитание стенда, источник трехфазного напряжения E_2 и измерить токи, фазные напряжения источника, фазные напряжения на потребителях и напряжение смещения нейтрали U_{nN} . Результаты измерений занести в табл. 26. Выключить источник питания E_4 .

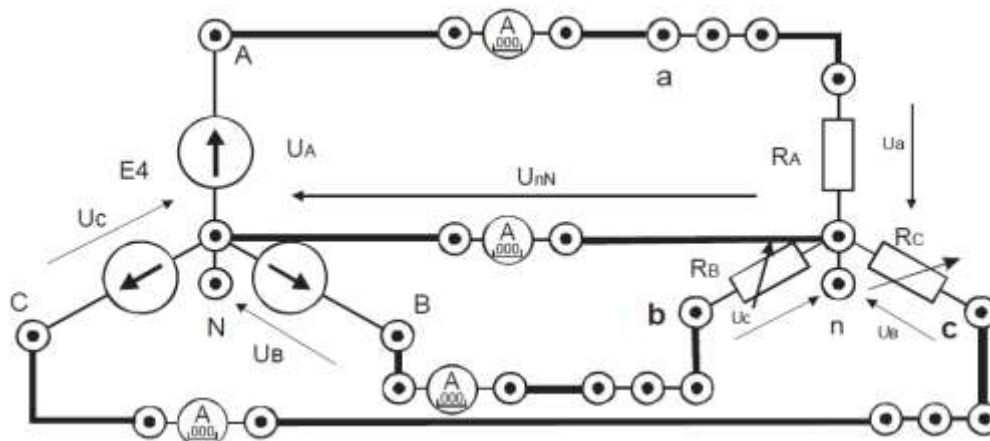


Рисунок 13 – Схема трехфазной электрической цепи

Таблица 25 – Исходные данные для сборки цепи

№ варианта	1	2	3	4	5	6
R_A	R18	R18	R18	R18	R18	R18
R_B	R17-2	R17-2	R17-3	R17-1	R17-2	R17-3
R_C	R19-1	R19-2	R19-2	R19-2	R19-3	R19-3
Обрыв провода	A	B	C	A	B	C

6. Исследовать режимы работы несимметричной четырехпроводной и трехпроводной цепи при неоднородной нагрузке. Для этого подключить в фазе «А» вместо резистора конденсатор C_3 , установить переключатели резисторов R_{17} и R_{19} в позицию «1», включить источник питания E_2 . Результаты измерений занести в табл. 22. Выключить источник питания E_4 .

7. Исследовать влияние сопротивления линии передачи на режим работы трехфазной цепи. Для этого включить последовательно в каждую фазу дополнительные резисторы R_{14} , R_{15} , R_{16} , установить симметричную нагрузку, включить электропитание и измерить напряжения и токи. Результаты измерений занести в табл. 26.

8. По результатам измерений вычислить

- среднее значение линейных напряжений U_L источника питания;
- среднее значение фазных напряжений U_F источника питания;
- отношение U_L / U_F ;
- среднее значение тока при симметричной нагрузке.

9. Для всех проведенных опытов методом засечек построить в масштабе векторные диаграммы.

10. Сравнить режимы работы и сделать вывод о влиянии нейтрального провода на работу трехфазной системы при симметричной и несимметричной нагрузке.

Таблица 26 - Результаты измерений

Режим нагрузки	Токи, мА				Напряжения, В						
	I _A , мА	I _B , мА	I _C , мА	I _N , мА	Фазные напряжения источника, В			Фазные напряжения потребителей, В			U _{nN}
					U _A	U _B	U _C	U _a	U _b	U _c	
Четырехпроводная цепь, нагрузка симметричная											
Обрыв линейного провода в четырёхпроводной симметричной цепи											
Трёхпроводная цепь, нагрузка симметричная											
Обрыв линейного провода в трёхпроводной симметричной цепи											
Четырехпроводная цепь, нагрузка несимметричная однородная											
Трёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная однородная											
Обрыв линейного провода в трёхпроводной несимметричной цепи											
Четырехпроводная цепь, нагрузка несимметричная неоднородная											
Трёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная неоднородная											

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- технические данные электроизмерительных приборов;
- схему эксперимента с включенными измерительными приборами;
- таблицы с результатами эксперимента;
- векторные диаграммы для всех проведенных опытов;
- вывод о роли нейтрального провода в трехфазной цепи при соединении потребителя по схеме звезда;
- вывод о влиянии сопротивления линии передачи на работу трехфазной цепи.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.