

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

2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОПЦ.13 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО**

**15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов  
и производств (по отраслям)**

Магнитогорск, 2020

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Автоматизации технологических  
процессов

Председатель: Н.В. Андрусенко  
Протокол №7 от 17.02.2020 г.

Методической комиссией

Протокол №3 от 26.02.2020 г.

**Разработчик**

Е.А. Губчевская,

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы  
учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники».

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	8
Практическое занятие 1	8
Практическое занятие 2	9
Практическое занятие 3	10
Практическое занятие 4	11
Практическое занятие 5	13
Практическое занятие 6	14
Практическое занятие 7	15
Практическое занятие 8	16
Лабораторная работа 1	18
Лабораторная работа 2	21
Лабораторная работа 3	22
Лабораторная работа 4	24
Лабораторная работа 5	27
Лабораторная работа 6	28
Лабораторная работа 7	30
Лабораторная работа 8	31

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических и лабораторных занятий 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 занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности;
- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- анализировать электронные схемы;
- эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

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

ПК.1.2. Разрабатывать виртуальную модель элементов систем автоматизации на основе выбранного программного обеспечения и технического задания;

ПК.1.4. Формировать пакет технической документации на разработанную модель элементов систем автоматизации;

ПК.2.1. Осуществлять выбор оборудования и элементной базы систем автоматизации в соответствии с заданием и требованием разработанной технической документации на модель элементов систем автоматизации;

ПК.2.2. Осуществлять монтаж и наладку модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документации;

ПК.2.3. Проводить испытания модели элементов систем автоматизации в реальных условиях с целью подтверждения работоспособности и возможной оптимизации;

ПК.4.1. Контролировать текущие параметры и фактические показатели работы систем автоматизации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации для выявления возможных отклонений;

ПК.5.2. Выполнять ремонт, монтаж, наладку и проверку работоспособности контрольно-измерительных приборов и автоматики;

ПК.5.3. Составлять и макетировать простые и средней сложности схемы.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной направленности;

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом требований особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно взаимодействовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы электротехники и электроники» 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 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических /лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
<b>Раздел 1 Основы теории и методы исследования электрических цепей постоянного тока</b>		<b>14</b>	
Тема 1.1. Электрическое поле	Практическая работа № 1 Расчёт эквивалентной ёмкости батареи конденсаторов	2	У1, У3 У01.1, У03.2
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока	Лабораторная работа № 1 Простейшие линейные электрические цепи постоянного тока	4	У1, У3 У02.2, У04.2, У04.5, У08.2, У08.3
	Лабораторная работа № 2 Смешанное соединение элементов в электрической цепи постоянного тока	4	
	Практическая работа №2 Расчёт цепи постоянного тока разными методами.	4	
<b>Раздел 2. Электромагнетизм</b>		<b>2</b>	
Тема 2.1. Магнитное поле, его характеристики	Практическая работа №3 Расчёт магнитных цепей.	2	У1 У01.1
<b>Раздел 3 Электрические цепи переменного тока</b>		<b>13</b>	
Тема 3.1. Электрические цепи переменного тока	Практическая работа №4 Расчёт однофазной цепи переменного тока	4	У1 У2 У3 У01.10, У03.1, У04.3, У04.7, У05.1, У05.2, У05.3, У05.4, У09.1, У09.2
	Лабораторная работа № 3 Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока	2	
	Лабораторная работа № 4 Электрические цепи переменного тока с последовательным соединением элементов	2	
Тема 3.2. Трёхфазные цепи	Практическая работа №5 Расчёт трёхфазной цепи переменного тока.	3	У1 У3 У02.2, У04.2, У04.5, У08.2, У08.3
Тема 3.3. Измерительные приборы	Лабораторная работа № 5 Электроизмерительные приборы и измерения электрических величин	2	У2, У3 У01.6, У02.2, У04.2, У04.5, У08.1, У08.2, У08.3
<b>Раздел 4 Использование электрической энергии</b>		<b>4</b>	
Тема 4.1. Трансформаторы. Электрические машины постоянного и переменного тока	Практическая работа №6 Расчёт параметров электрических машин	2	У1, У2 У01.1, У02.3
Тема 4.2 Основы электропривода	Практическая работа №7 Расчет мощности и выбор двигателя	2	У1, У5 У01.1, У06.2, У06.3, У06.5
<b>Раздел 5 Электроника</b>		<b>10</b>	
Тема 5.1. Физические	Лабораторная работа № 6 Исследование	2	У1, У4, У6

основы электроники; электронные приборы	диодов		У01.2, У01.3, У01.4, У04.2, У04.5, У07.2, У07.3
	Лабораторная работа № 7 Исследование биполярного транзистора	2	
Тема 5.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы	Практическая работа №8 Расчет выпрямителей и фильтров переменного тока	4	У1 У4 У01.2, У01.3, У01.4, У02.1, У02.6, У04.2, У04.5
Тема 5.3. Электронные усилители	Лабораторная работа № 8 Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе	2	У1 У6 У01.2, У01.3, У01.4, У04.2, У04.5
<b>ИТОГО</b>		<b>43</b>	

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1. Электрическое поле

#### Практическая работа № 1

#### Расчёт эквивалентной ёмкости батареи конденсаторов

**Цель:** научиться рассчитывать цепи с конденсаторами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

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

**Задание:**

1. Решите задачи:

- 1) Чему равна ёмкость плоского конденсатора с круглыми пластинами  $\varnothing 10$  мм, если расстояние между пластинами  $0,01$  мм, а относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика  $\varepsilon = 2,4$ ?
- 2) Определить энергию электрического поля конденсатора ёмкостью  $10$  мкФ при напряжении на пластинах  $220$  В.
- 3) Определите эквивалентную ёмкость батареи из трёх последовательно соединённых конденсаторов, если  $C_1=C_2=C_3=3$  мкФ.
- 4) Определите эквивалентную ёмкость батареи из трёх конденсаторов, соединённых параллельно, если  $C_1=1$  мкФ,  $C_2=4$  мкФ,  $C_3=5$  мкФ.

2. Определите эквивалентную ёмкость батареи конденсаторов (рис.1). Исходные данные приведены в таблице 1.

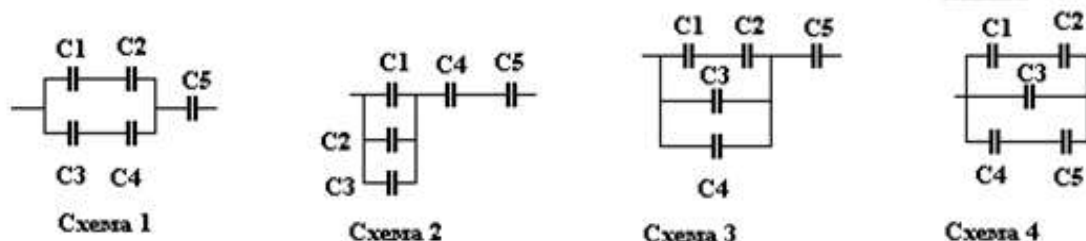


Рисунок 1

Таблица 1

вариант	№ схемы	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	C5, мкФ	вариант	№ схемы	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	C5, мкФ
1	1	1	2	3	4	6	16	4	1	2	1	2	6
2	2	2	3	4	6	1	17	1	2	3	3	4	1
3	3	3	4	6	1	2	18	2	3	4	4	6	2
4	4	4	6	1	2	3	19	3	4	6	6	1	3
5	1	6	1	3	4	4	20	4	6	1	1	2	4
6	2	1	2	4	6	6	21	1	1	2	3	4	6
7	3	2	3	6	1	1	22	2	2	3	4	6	1
8	4	3	4	1	2	2	23	3	3	4	6	1	2
9	1	4	6	3	4	3	24	4	4	6	1	2	3
10	2	6	1	4	6	4	25	1	6	1	3	4	4
11	3	1	2	6	1	6	26	2	1	2	4	6	6
12	4	2	3	1	2	1	27	3	2	3	6	1	1
13	1	3	4	3	4	2	28	4	3	4	1	2	2
14	2	4	6	4	6	3	29	1	4	6	3	4	3
15	3	6	1	6	1	4	30	2	6	1	4	6	4



### 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 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. Электрические цепи постоянного тока

### Практическая работа № 2

Расчёт цепи постоянного тока разными методами

**Цель:** научиться рассчитывать параметры электрической цепи постоянного тока разными методами.

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* измерять и рассчитывать параметры 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 2.

Таблица 2

Вариант	№ схемы	$E_1$ , В	$E_2$ , В	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	Вариант	№ схемы	$E_1$ , В	$E_2$ , В	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом
1	1	100	80	1	5	20	16	2	150	70	3	2	23
2	2	110	70	2	4	21	17	3	140	80	2	3	24
3	3	120	60	3	3	22	18	4	130	70	1	4	25
4	4	130	50	4	2	23	19	1	120	60	1	5	20
5	1	140	60	5	1	24	20	2	110	50	2	1	21
6	2	150	70	4	1	25	21	1	100	80	3	1	22
7	3	140	80	3	2	20	22	2	110	70	4	2	23
8	4	130	70	2	1	21	23	3	120	60	5	3	24
9	1	120	60	1	2	22	24	4	130	50	4	4	25
10	2	110	50	1	3	23	25	1	140	60	3	5	20
11	1	100	80	2	4	24	26	2	150	70	2	4	21
12	2	110	70	3	5	25	27	3	140	80	1	3	22
13	3	120	60	4	3	20	28	4	130	70	1	2	23
14	4	130	50	5	5	21	29	1	120	60	2	1	24
15	1	140	60	4	1	22	30	2	110	50	3	2	25

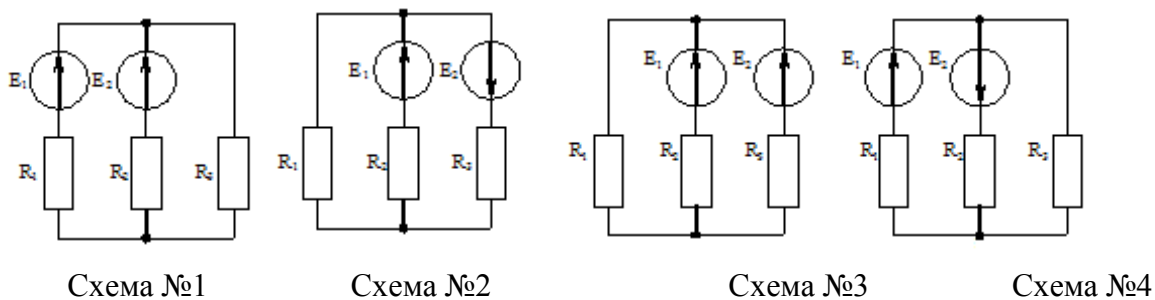


Рисунок 2

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схема электрической цепи к каждой задаче;
- 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 2.1. Магнитное поле, его характеристики

### Практическая работа №3

#### Расчёт магнитных цепей

**Цель:** научиться рассчитывать магнитные цепи постоянного тока.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* измерять и рассчитывать параметры 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 Вб? Средний радиус чугунного кольца 5 см, а диаметр его сечения 2 см (рисунок 3).
- 2 Замкнутая магнитная цепь (рисунок 4) выполнена из пластин трансформаторной стали. Сколько витков должна иметь катушка с током 0,5 А, чтобы создать в сердечнике магнитный поток 0,0016 Вб?
- 3 Магнитная цепь, изображенная на рисунке 5, 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 Вб?

4. Расчетом 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 6. Сечение сердечника 6 см<sup>2</sup>.



Рисунок 3 –  
Магнитная цепь  
к задаче 1

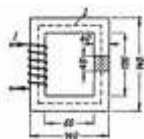


Рисунок 4 –  
Магнитная  
цепь к задаче 2

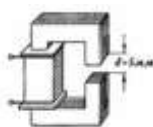


Рисунок 5 -  
Магнитная цепь  
к  
задаче 3

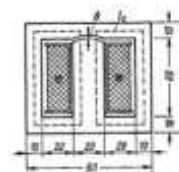


Рисунок 6 -  
Магнитная цепь  
к  
задаче 4

### Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- исходные данные для расчёта;
- 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 3.1. Электрические цепи переменного тока

### Практическая работа №4

#### Расчёт однофазной цепи переменного тока

**Цель:** научиться рассчитывать однофазной цепи переменного тока.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

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

#### Задание:

- В цепи с переменным напряжением  $U$  и стандартной частотой 50Гц включены последовательно активное сопротивление  $R$ , катушка индуктивности с сопротивлением  $X_L$  и конденсатор ёмкостью  $C$ . Определить ток в цепи, напряжение на элементах, построить векторную диаграмму. Определить активную, реактивную и полную мощность. Исходные данные в таблице 3.
- Определите ток в неразветвленной части цепи (рис.7), активную, реактивную и полную мощность всей цепи, если напряжение источника питания  $u = 282 \sin 314t$ . Постройте векторную диаграмму. Исходные данные в таблице 4.

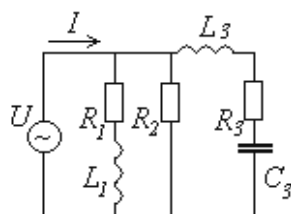


Рисунок 7

Таблица 3

Вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	C, мкФ	вариант	U, В	R, Ом	$X_L$ , Ом	C, мкФ
1	100	30	10	70	16	160	25	40	70
2	120	25	15	80	17	170	20	45	80
3	130	20	20	90	18	180	35	50	90
4	140	35	25	100	19	190	40	10	100
5	150	40	30	110	20	200	10	15	110
6	160	10	35	120	21	100	15	20	120
7	170	15	40	130	22	120	20	25	130
8	180	20	45	140	23	130	25	30	140
9	190	25	50	150	24	140	30	35	150
10	200	30	10	160	25	150	25	40	160
11	100	35	15	20	26	160	30	45	20
12	120	40	20	25	27	170	35	50	25
13	130	45	25	30	28	180	40	20	30
14	140	50	30	70	29	190	45	25	70
15	150	30	35	80	30	200	50	30	80

Таблица 4

Вариант	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$L_1$ , мГн	$L_3$ , мГн	$C_3$ , мкФ	Вариант	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$L_1$ , мГн	$L_3$ , мГн	$C_3$ , мкФ
1	0	4	6	20	0	100	16	0	6	4	20	0	100
2	2	0	6	0	25	150	17	6	0	2	0	25	150
3	4	0	10	30	0	200	18	10	0	4	30	0	200
4	6	10	0	25	30	0	19	10	6	0	25	30	0
5	0	20	0	20	50	100	20	0	30	0	10	50	100
6	0	8	12	30	0	120	21	0	12	8	30	0	120
7	8	0	8	0	20	150	22	6	0	10	0	20	150
8	10	0	8	20	0	200	23	10	0	8	20	0	200
9	19	6	0	25	30	0	24	19	6	0	25	30	0
10	20	10	0	30	25	100	25	20	10	0	30	25	100
11	0	8	12	30	0	120	26	0	8	12	30	0	120
12	8	0	8	0	20	150	27	8	0	8	0	20	150
13	10	0	8	20	0	200	28	10	0	8	20	0	200
14	19	6	0	25	30	0	29	19	6	0	25	30	0
15	20	10	0	30	25	100	30	20	10	0	30	25	100

**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 3.2. Трёхфазные цепи

#### Практическая работа №5

Расчёт трёхфазной цепи переменного тока

**Цель:** научиться рассчитывать однофазной цепи переменного тока.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* измерять и рассчитывать параметры электрических цепей.

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

**Задание:**

Приёмник электроэнергии, соединенный звездой, включен в сеть с линейным (фазным) напряжением  $U$ . Определите линейные и фазные токи, активную, реактивную и полную мощность всей цепи. По данным своего варианта зарисуйте схему. Исходные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5

Вариант	$U_{\text{л}}, \text{В}$	$U_{\text{ф}}, \text{В}$	$R_{\text{A}}, \text{Ом}$	$R_{\text{B}}, \text{Ом}$	$R_{\text{C}}, \text{Ом}$	$X_{\text{LA}}, \text{Ом}$	$X_{\text{CA}}, \text{Ом}$	$X_{\text{LB}}, \text{Ом}$	$X_{\text{CB}}, \text{Ом}$	$X_{\text{LC}}, \text{Ом}$	$X_{\text{CC}}, \text{Ом}$
1	310	-	-	6	8	12	-	8	-	-	6
2	-	220	8	-	10	-	6	-	-	5	15
3	220	-	6	10	-	8	-	-	5	-	10
4	-	127	-	5	6	10	-	-	10	-	8
5	310	-	5	-	6	10	-	15	-	-	8
6	-	310	6	-	6	-	8	-	10	8	-
7	220	-	-	10	12	5	-	6	-	-	8
8	-	220	10	-	12	-	8	-	-	12	10
9	310	-	16	10	-	6	-	-	8	-	25
10	-	310	-	25	8	10	-	-	10	-	6
11	220	-	5	-	6	10	-	15	-	-	8
12	-	220	6	-	6	-	8	-	10	8	-
13	127	-	8	-	10	-	6	-	-	5	15
14	-	127	6	10	-	8	-	-	5	-	10
15	220	-	-	5	6	10	-	-	10	-	8
16	-	220	5	-	6	10	-	15	-	-	8
17	220	-	6	-	6	-	8	-	10	8	-
18	-	127	-	10	12	5	-	6	-	-	8
19	127	-	10	-	12	-	8	-	-	12	10
20	-	220	16	10	-	6	-	-	8	-	25
21	310	-	-	25	8	10	-	-	10	-	6
22	-	127	5	-	6	10	-	15	-	-	8
23	310	-	6	-	6	-	8	-	10	8	-
24	-	220	6	-	6	-	8	-	10	8	-

**Форма представления результата**

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- исходные данные для расчёта;

- 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 4.1. Трансформаторы. Электрические машины постоянного и переменного тока**

#### **Практическая работа №6**

##### **Расчёт параметров электрических машин**

**Цель:** научиться рассчитывать параметры электрических машин.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности.

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

#### **Задание:**

Решите задачи

1. Найти коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на вторичной обмотке трансформатора 20; 110; 330 и 1100 В. Трансформатор подключен к сети переменного напряжения 220 В.

2. Напряжение первичной обмотки трансформатора равно 6,3 кВ. Определить коэффициент трансформации, если в режиме холостого хода напряжения на выводах его вторичной обмотки 400 В. Найти число витков первичной обмотки, если число витков вторичной обмотки равно 150.

3. Однофазный трансформатор имеет следующие параметры:  $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ ;  $U_{1\text{ном}} = 6000 \text{ В}$ ;  $I_0 = 5 \% I_{1\text{ном}}$ . Найти ток холостого хода трансформатора при напряжениях  $U_1 = 0,5$ ;  $0,75$  и  $1,1 U_{1\text{ном}}$ , учитывая, что магнитопровод находится при всех указанных напряжениях в насыщении.

4. Найти токи вторичной и первичной обмоток трансформатора с  $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ ;  $U_{1\text{ном}} = 380 \text{ В}$ ;  $U_{2\text{ном}} = 110 \text{ В}$  при аварийном коротком замыкании. Относительное напряжение короткого замыкания составляет 4 %.

5. С каким КПД работает двигатель последовательного возбуждения, включенный в сеть напряжением 220 В, если полезная мощность на его валу 4,2 кВт, а ток якоря равен 21 А?

6. Найти ЭДС, индуцируемую в якоре двигателя 'постоянного тока, если при частоте вращения двигателя 1500 об/мин магнитный поток полюса не превышает 0,017 Вб, а постоянный коэффициент  $C_E = 8,5$ .

7. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные параметры:  $P_{\text{ном}} = 130 \text{ кВт}$ ;  $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$ ,  $n = 600 \text{ об/мин}$ ;  $\eta = 92 \%$ ;  $R_{\text{я}} = 0,01 \text{ Ом}$ ;  $C_M = 65$ . Определить номинальный ток ,якоря, ЭДС и вращающий момент. двигателя, магнитный поток одного полюса и электромагнитную мощность.

8. Двигатель последовательного возбуждения имеет следующие параметры;  $U_{\text{ном}} = 440 \text{ В}$ ;  $I_{\text{я ном}} = 200 \text{ А}$ ;  $R_{\text{я}} = 0,05 \text{ Ом}$ ; номинальное сопротивление обмотки возбуждения  $R_{\text{в ном}} = 0,03 \text{ Ом}$ . Найти ЭДС, электромагнитную мощность и мощность, подводимую к двигателю.

9. Вращающий момент асинхронного двигателя при частоте вращения его ротора 1440 об/мин равен  $500 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Определить мощность, развиваемую двигателем.
10. Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин, причем от сети потребляется мощность 55 кВт. Чему равны мощность на валу двигателя и развиваемый им момент, если мощность потерь в двигателе составляет 5 кВт?
11. Асинхронный двигатель создает вращающий момент  $580 \text{ Н} \cdot \text{м}$  при частоте вращения 585 об/мин. Определить мощность на валу двигателя; потребляемую им активную и полную мощности, если  $\text{кпд} = 85\%$ , а  $\cos\varphi = 0,8$ .
12. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором потребляет от сети мощность  $P_1 = 28 \text{ кВт}$  при токе  $I = 140 \text{ А}$  и напряжении 220 В. Найти  $\text{кпд}$  и коэффициент мощности двигателя  $\cos\varphi$ , если полезная мощность на его валу  $P_2 = 23,4 \text{ кВт}$ .
13. Определите мощность, подводимую к трёхфазному асинхронному двигателю с фазным ротором, а также ток в обмотках статора при их соединении «звездой» и «треугольником». Номинальные параметры двигателя: полезная мощность на валу 30кВт, напряжение на статоре 380/220В,  $\text{кпд} \eta = 88\%$ , коэффициент мощности 0,85.
14. При увеличении потребляемой мощности, асинхронного двигателя в 2,2 раза его КПД увеличился на 10 %. Найти первоначальные значения мощности и КПД, если суммарная мощность потерь увеличилась от 2,5 до 2,8 кВт.

### **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 4.2 Основы электропривода**

### **Практическая работа №7**

#### **Расчет мощности и выбор двигателя**

**Цель:** научиться рассчитывать параметры двигателей электропривода.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:* использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности.

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

### **Задание:**

1. Двигатель электропривода работает в течение 10 мин с мощностью  $P = 7,5 \text{ кВт}$ ; 15 мин с мощностью 5 кВт и 35 мин с мощностью 2,5 кВт. Определить эквивалентную мощность двигателя для продолжительного режима работы.
2. Двигатель электропривода работает в течение 10 мин с мощностью  $P = 15 \text{ кВт}$ , 1 мин - с 40 кВт, 5 мин - с 20 кВт и 4 мин - с 10 кВт. Определить эквивалентную мощность

двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме, если ЦП!КЛ продолжался 30 мин.

3. Определить необходимую мощность асинхронного двигателя, нагрузочная диаграмма повторно-кратковременного режима работы которого характеризуется параметрами:  $t_1 = 4$  с,  $t_2 = 18$  с,  $t_3 = 13$  с,  $t_0 = 85$  с,  $M_1 = 600$  Н·м,  $M_2 = 250$  Н·м,  $M_3 = 150$  Н·м. Частота вращения вала двигателя  $n = 730$  об/мин.
4. Крановый двигатель имеет мощность  $P_{ном} = 12$  кВт при  $PВ_0 = 5\%$ . Какую мощность может развивать этот двигатель, если он будет работать при  $PВ_1 = 18\%$ ,  $PВ_2 = 32\%$ ?
5. Двигатель подъемного устройства развивает мощность 4 кВт, поднимая груз массой 550 кг. Определить скорость подъема груза, если КПД ступеней передачи  $\eta_1 = 0,96$ ,  $\eta_2 = 0,95$ .

### 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 5.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы

### Практическая работа №8

Расчет выпрямителей и фильтров переменного тока

**Цель:** научиться рассчитывать электронные выпрямители, фильтры и стабилизаторы

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:* использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности.

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

### Задание:

Исходные данные для расчёта выпрямителей, фильтров и стабилизаторов приведены в таблице 6.

Таблица 6

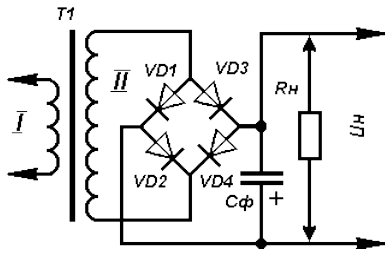
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряжение на вторичной обмотке $U_n$ , В	8	9	10	12	15	12	10	8	10	10
Ток нагрузки $I_n$ , А	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,8	0,6	0,4	1,0

### Расчет выпрямителя

Расчитать выпрямитель - значит правильно выбрать выпрямительные диоды и конденсатор фильтра, а также определить необходимое переменное напряжение, снимаемое для выпрямления с вторичной обмотки сетевого трансформатора. Исходными данными для расчета



выпрямителя служат: требуемое напряжение на нагрузке ( $U_H$ ) и потребляемый ею максимальный ток ( $I_H$ ).



1. Определение переменного напряжения, которое должно быть на вторичной обмотке сетевого трансформатора:

$$U_2 = B U_H,$$

где  $U_H$  - постоянное напряжение на нагрузке, В;

$B$  - коэффициент, зависящий от тока нагрузки, который определяют по таблице 7:

Таблица 7

Коэффициент	Ток нагрузки, А					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$B$	0,8	1,0	1,9	1,4	1,5	1,7
$C$	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,8

2. По току нагрузки определяют максимальный ток, текущий через каждый диод выпрямительного моста:

$$I_D = 0,5 C I_H,$$

где  $I_D$  - ток через диод, А;

$I_H$  - максимальный ток нагрузки, А;

$C$  - коэффициент, зависящий от тока нагрузки (определяют по табл.).

3. Определение обратного напряжения, которое будет приложено к каждому диоду выпрямителя:

$$U_{обр} = 1,5 U_H,$$

где:  $U_{обр}$  - обратное напряжение, В;

$U_H$  - напряжение на нагрузке, В.

4. Выбор диодов, у которых значения выпрямленного тока и допустимого обратного напряжения равны или превышают расчетные.

5. Определение емкости конденсатора фильтра:

$$C_{\phi} = 3200 I_H / U_H K_n,$$

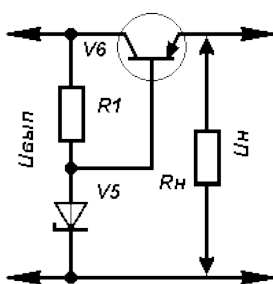
где:  $C_{\phi}$  - емкость конденсатора фильтра, мкФ;

$I_H$  - максимальный ток нагрузки, А;

$U_H$  - напряжение на нагрузке, В;

$K_n$  - коэффициент пульсации выпрямленного напряжения ( $10^{-3} \dots 10^{-2}$ )

### Расчет стабилизатора



Для получения более постоянного напряжения на нагрузке при изменении потребляемого тока к выходу выпрямителя подключают стабилизатор. В таком устройстве работают стабилитрон  $V5$  и регулирующий транзистор  $V6$ . Расчет позволит выбрать все элементы стабилизатора, исходя из заданного выходного напряжения  $U_H$  и максимального тока нагрузки  $I_H$ . Однако оба эти параметра не должны превышать параметры уже рассчитанного выпрямителя. А если это условие нарушается, тогда сначала рассчитывают стабилизатор, а затем

- выпрямитель и трансформатор питания. Расчет стабилизатора ведут в следующем порядке.

1. Определение необходимого для работы стабилизатора входного напряжения ( $U_{вх}$ ) при заданном выходном ( $U_H$ ):

$$U_{вх} = U_H + 3,$$

Здесь цифра 3, характеризующая минимальное напряжение между коллектором и эмиттером транзистора, взята в расчете на использование как кремниевых, так и германиевых транзисторов. Если стабилизатор будет подключаться к готовому или уже рассчитанному

выпрямителю, в дальнейших расчетах необходимо использовать реальное значение выпрямленного напряжения  $U_{\text{вып}}$ .

2. Расчёт максимально рассеиваемой транзистором мощности:

$$P_{\text{max}} = 1,3 (U_{\text{вып}} - U_{\text{н}}) I_{\text{н}},$$

3. Выбор регулирующего транзистора. Его предельно допустимая рассеиваемая мощность должна быть больше значения  $P_{\text{max}}$ , предельно допустимое напряжение между эмиттером и коллектором - больше  $U_{\text{вып}}$ , а максимально допустимый ток коллектора - больше  $I_{\text{н}}$ .

4. Определение максимального тока базы регулирующего транзистора:

$$I_{\text{б. макс}} = I_{\text{н}} / h_{21\text{Э min}},$$

где  $h_{21\text{Э min}}$  - минимальный коэффициент передачи тока выбранного (по справочнику) транзистора.

5. Выбор стабилитрона. Его напряжение стабилизации должно быть равно выходному напряжению стабилизатора, а значение максимального тока превышать максимальный ток базы  $I_{\text{б max}}$ .

6. Определение сопротивления резистора  $R1$ :

$$R1 = (U_{\text{вып}} - U_{\text{ст}}) / (I_{\text{б max}} + I_{\text{ст min}}),$$

Здесь  $R1$  - сопротивление резистора  $R1$ , Ом;

$U_{\text{ст}}$  - напряжение стабилизации стабилитрона, В;

$I_{\text{б max}}$  - вычисленное значение максимального тока базы транзистора, мА;

$I_{\text{ст min}}$  - минимальный ток стабилизации для данного стабилитрона, указанный в справочнике (обычно 3...5 мА).

7. Определение мощности рассеяния резистора  $R1$ :

$$P_{R1} = (U_{\text{вып}} - U_{\text{ст}})^2 / R1,$$

### 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 1.2. Электрические цепи постоянного тока

### Лабораторная работа № 1

#### Простейшие линейные электрические цепи постоянного тока

**Цель:** 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:*

- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;

— правильно эксплуатировать электрооборудование.

### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать линейную электрическую цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов (рис. 8), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 8). Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 8

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

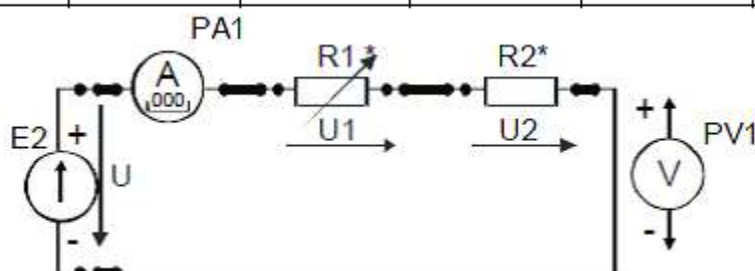


Рисунок 8

3. Включить электропитание стенда и источник электропитания E2. Установить в соответствии с заданным вариантом значение напряжение 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.9.

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. 9. Выключить источник электропитания.

Таблица 9

Измерено			Вычислено			
Напряжение на входе цепи U, В	Ток в цепи, I, А	Напряжение на потребителе, В		Сопротивление потребителя, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, RЭ, Ом
		U1	U2	R1	R2	

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.

4. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резисторов (рис. 9), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 10). Представить схему для проверки преподавателю.

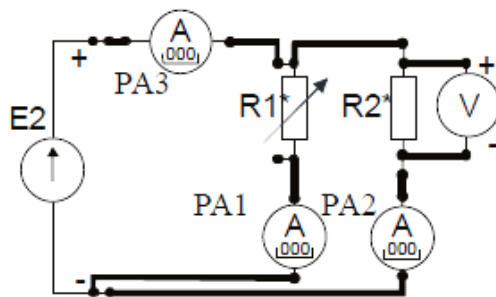


Рисунок 9

Таблица 10

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1	R4-1	R4-2	R4-3	R4-1	R4-2	R4-3
R2	R7	R7	R7	R9	R9	R9

5. Включить источник постоянного напряжения E2. Установить заданное значение напряжения питания. Измерить напряжения и токи на всех участках цепи. Результаты занести в табл. 11.
6. Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R1 с помощью соответствующего тумблера и снова провести аналогичные измерения. Выключить электропитание. По результатам измерений рассчитать сопротивления резисторов R1, R2 и сопротивление всей цепи RЭ, проводимости отдельных ветвей g1 и g2 и всей цепи gЭ. Результаты вычислений занести в табл. 11. Убедиться в соблюдении первого закона Кирхгофа.
7. Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R1 на режим работы цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.

Таблица 11

Измерено				Вычислено					
U, В	I1, А	I2, А	I3, А	R1, Ом	R2, Ом	g1, См	g2, См	gЭ, См	RЭ, Ом
		—	—						
			—						

8. 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.

## Лабораторная работа № 2

### Смешанное соединение элементов в электрической цепи постоянного тока

**Цель:** получение навыков сборки электрических цепей, измерений токов и напряжений на отдельных участках электрической цепи; убедиться в соблюдении законов Кирхгофа в разветвленной линейной электрической цепи; научиться применять законы Кирхгофа в графическом виде. Исследовать особенности смешанного соединения элементов в электрических цепях постоянного тока.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- правильно эксплуатировать электрооборудование.

#### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать цепь со смешанным соединением резисторов (рис. 10). Собрать цепь со смешанным соединением резисторов, выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 12). Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 12

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1	R2	R3	R2	R3	R2	R3
R2	R4-1	R4-1	R4-1	R4-2	R4-2	R4-3
R3	R7	R7	R7	R9	R9	R9

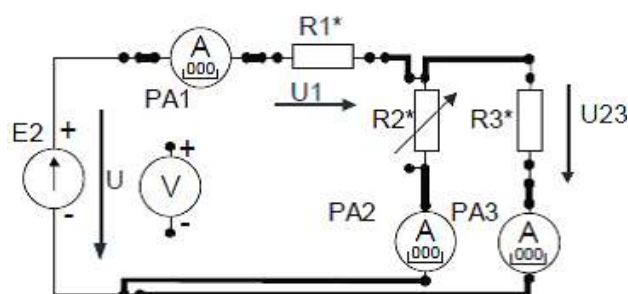


Рисунок 10

3. После проверки схемы преподавателем включить источник питания E2, установить заданное значение величины напряжения питания и измерить напряжения на входе цепи U и на всех участках цепи (U1 и U2), а также все токи (I1, I2 и I3). Результаты занести в табл. 13.

Таблица 13

Измерено						Вычислено				
U, В	U1, В	U2, В	I1, А	I2, А	I3, А	P1, Вт	P2, Вт	P3, Вт	P, Вт	Rэ, Ом

4. С помощью соответствующего тумблера установить новое значение резистора R2 и снова измерить напряжения и токи в цепи. Выключить источник питания E2. По результатам измерений вычислить мощность каждого участка цепи P1, P2, P3 и всей цепи P, определить эквивалентное сопротивление цепи RЭ, Результаты вычислений занести в табл. 13. Выключить электропитание.
5. Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R2 на режим работы всей цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.
6. Проверить выполнение баланса мощностей.
7. Сделать выводы о выполнении законов Кирхгофа.

#### **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 3.1. Электрические цепи переменного тока**

#### **Лабораторная работа № 3**

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:*

- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- правильно эксплуатировать электрооборудование.

#### **Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

#### **Порядок выполнения работы**

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

Собрать схему по рисунку 11. В качестве резистора R\* использовать резистор R11 или R10 (табл. 14). В соответствии с заданным вариантом установить соответствующий тумблер в заданную позицию (1, 2 или 3). Представить схему для проверки преподавателю.

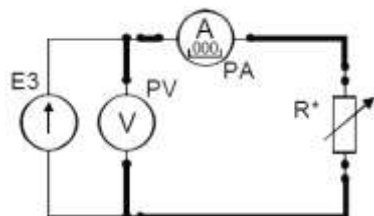


Рисунок 11

Таблица 14

№ 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 17.

3. Для определения величины емкости конденсатора собрать схему по рисунку 12. 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. 15) 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 17.

Таблица 15

№ 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

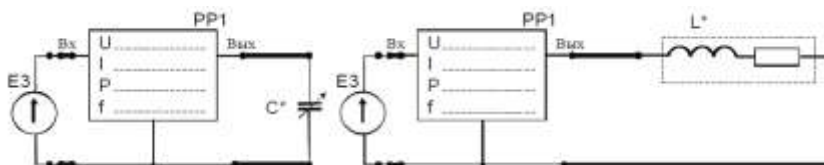


Рисунок 12

4. Для определения параметров реальной катушки индуктивности собрать схему по рисунку 12. В качестве исследуемой катушки L\* использовать катушки L1, L2 стенда или их последовательное соединение (L1+ L2) в соответствии с заданным вариантом (табл. 16).

Таблица 16

№ 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  $\pm(5 \dots 10)$  Гц. Измерить величину тока и активной мощности в цепи. Результаты занести в таблицу 17.

5. Определить величину активного сопротивления катушки методом амперметра и вольтметра. Для этого подключить её к источнику постоянного напряжения  $E2$  (рис. 13). 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 17. Выключить электропитание.

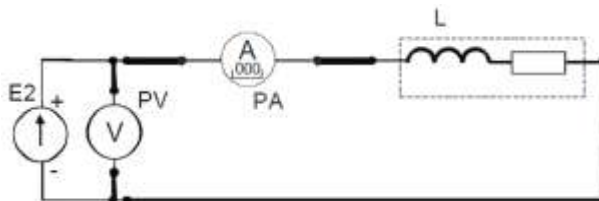


Рисунок 13

Таблица 17

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:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) векторные диаграммы для резистора, реальной катушки и конденсатора;
- е) 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.

**Лабораторная работа № 4**

Электрические 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:*

- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- правильно эксплуатировать электрооборудование.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением резистора  $R^*$  и конденсатора  $C^*$  (рис. 14), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 18). В качестве резистора  $R^*$  использовать перестраиваемый резистор R10 в соответствующей позиции переключателя. У цифровых амперметров установить режим измерения переменного тока. Предъявить схему для проверки преподавателю.

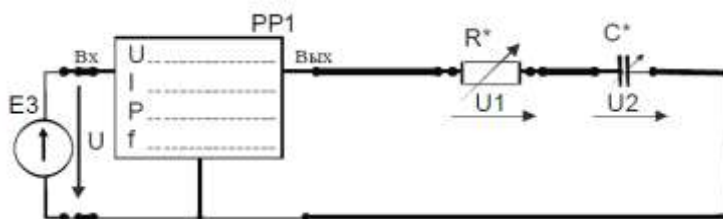


Рисунок 14

Таблица 18

№ 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  $400 \pm 10$  Гц. Провести измерения указанных в таблице 19 величин. Результаты измерений занести в таблицу 19. Выключить источник электропитания E3.

Таблица 19

Схема	U, В	I, мА	$U_R$ , В	$U_C$ , В	$U_L$ , В	P, Вт
RC				-----		
$Z_{KC}$			-----			

4. Собрать электрическую цепь с последовательным соединением реальной катушки индуктивности  $L^*$  конденсатора  $C^*$  (рис. 15), используя элементы цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 20). Предъявить схему для проверки преподавателю.

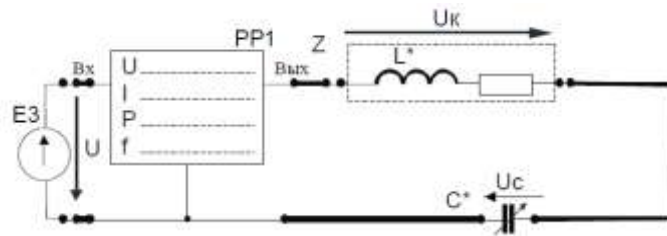


Рисунок 15

Таблица 20

№ 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  $400 \pm 10$  Гц. Провести измерения указанных в таблице величин для цепи с последовательным соединением реальной катушки индуктивности L и конденсатора C. Результаты измерений занести в табл. 19. 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  $\varphi$  между напряжением на входе цепи и током,
- коэффициент мощности катушки  $\cos\varphi_K$  и угол сдвига фаз  $\cos\varphi$  между напряжением на катушке и током,
- полные, активные и реактивные сопротивления всей цепи и отдельных участков (ZK, RK, XK, XC, ZЭ, RЭ, XЭ,). Результаты занести в таблицу 21.

Таблица 21

S=UI, ВА	$Q=\sqrt{S^2 - P^2}$ , ВАр	$\cos\varphi_K$	$\varphi_K$ , град	$\cos\varphi$	$\varphi$ , град	Z <sub>K</sub> , Ом	R <sub>K</sub> , Ом	X <sub>K</sub> , Ом	X <sub>C</sub> , Ом	Z <sub>Э</sub> , Ом	R <sub>Э</sub> , Ом	X <sub>Э</sub> , 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 3.3. Измерительные приборы

#### Лабораторная работа № 5

##### Электроизмерительные приборы и измерения электрических величин

**Цель:** изучение электроизмерительных приборов, используемых в лабораторных работах, выполняемых на стенде. Получение представлений о пределе измерения и цене деления, абсолютной и относительной погрешности, условиях эксплуатации и других характеристиках стрелочных электроизмерительных приборов, получение навыков работы с цифровыми измерительными приборами.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- правильно эксплуатировать электрооборудование.

#### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд «Электрические цепи» ЭЦ-МР-01

#### Порядок выполнения работы

1. Изучение паспортных характеристик стрелочных электроизмерительных приборов. Для этого внимательно рассмотреть лицевые панели стрелочных амперметров и заполнить табл. 22.

Таблица 22

Характеристика электроизмерительного прибора		
Наименование прибора	Вольтметр	Вольтметр
Система измерительного механизма		
Предел измерения		
Цена деления		
Минимальное значение измеряемой величины		
Класс точности		
Допустимая максимальная абсолютная погрешность		
Род тока		
Нормальное положение шкалы		
Прочие характеристики		

2. Построить график зависимости относительной погрешности измерения от измеряемой величины

$\gamma_{изм} = f(A_{изм})$  для прибора, указанного преподавателем. Сделать вывод о величине относительной погрешности измерения в начальной и конечной части шкалы, о характере изменения погрешности вдоль шкалы прибора.

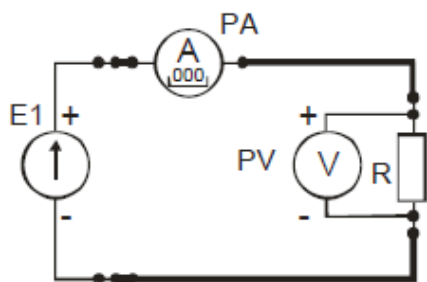


Рисунок 16

3. Измерить величину сопротивления, заданного преподавателем, методом амперметра и вольтметра. Для этого собрать электрическую цепь по рис. 1. Установить тумблер режима работы измерителя тока в позицию « $\leftarrow$ ». После проверки схемы, включить электропитание и занести полученные данные в табл. 2. Выключить электропитание. Рассчитать, используя закон Ома, величину заданного сопротивления  $R$ . Результат занести в табл. 23.

Таблица 23

U, В	I, мА	R, Ом

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) технические данные измерительных приборов;
- в) график зависимости относительной погрешности измерений  $\gamma_{изм} = f(A_{изм})$
- г) результаты измерений;
- д) 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 была 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 5.1. Физические основы электроники. Электронные приборы**

**Лабораторная работа № 6**  
Исследование диодов

**Цель:** изучение характеристик и параметров диодов

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- анализировать электронные схемы;
- правильно эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

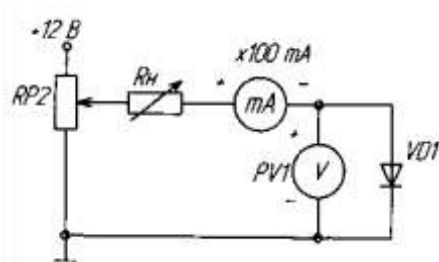
**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

2. Собрать схему (рис.17) для исследования выпрямительного диода. Для измерения анодного тока включить миллиамперметр постоянного тока с пределом 100мА. Для измерения анодного напряжения использовать мультиметр. Последовательно с диодом



включить токоограничивающий резистор  $R_H$ .

Рисунок 17

3. Снять вольтамперную характеристику (ВАХ) для прямой ветви. Для снятия характеристик регулировать напряжение на выходе потенциометра. Результаты измерений занести в таблицу 24, по которой построить прямую ветвь ВАХ.
4. Собрать схему (рис.18) для снятия обратной ветви ВАХ, подключив к RP2 источник -12В и заменив миллиамперметр, поменяв также его полярность подключения. Снять обратную ветвь ВАХ диода.

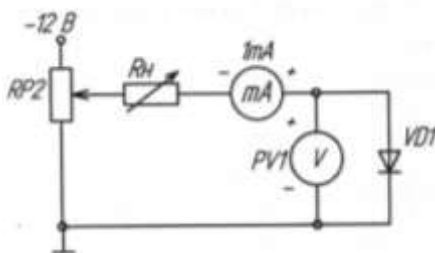


Рисунок 18

5. Определить параметры диода: максимальное напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии при максимальном анодном токе, пороговое напряжение и дифференциальное напряжение.

Таблица 24

$I, \text{mA}$	0							
$U, \text{V}$	0							

#### Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы соединений для выполнения экспериментов;
- таблицы с результатами эксперимента;
- вольтамперные характеристики диода;
- 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 была 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.

## Лабораторная работа № 7 Исследование биполярного транзистора

**Цель:** изучение характеристик и параметров биполярного транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- анализировать электронные схемы;
- правильно эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

**Материальное обеспечение:**

Лабораторный стенд «Основы электроники»

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать схему (рис. 19) для снятия статической характеристики прямой передачи по току  $I_K = f(I_B)$  биполярного транзистора. Для измерения тока базы подключить миллиамперметр PA1 (до 1 мА), а для измерения тока коллектора подключить PA2 (до 100 мА). Для измерения напряжения на коллекторе использовать вольтметр PV1, в качестве резистора в цепи коллектора использовать резистор RP3. Результаты измерений занести в таблицу 25.

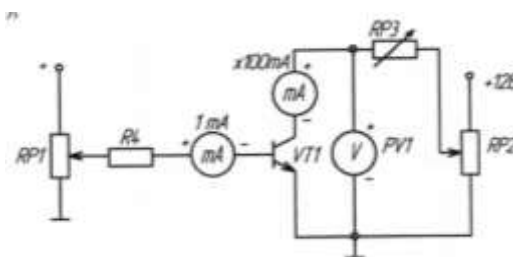


Рисунок 19

Таблица 25

$I_B$ , мА	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$I_K$ , мА								

2. Снять статическую характеристику прямой передачи по току при  $U_K$ , равному значению  $E_K$  и  $R_K=0$ . Экспериментальные точки записывать в таблицу 26 и наносить на график. При снятии характеристики следить за постоянством напряжения на коллекторе по вольтметру.

Таблица 26

$I_B$ , мА	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$I_K$ , мА								

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схема соединений для выполнения эксперимента;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) экспериментальные характеристики транзистора;

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.

## Лабораторная работа № 8

### Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе

**Цель:** изучение характеристик, параметров и режимов работы усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером.

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- анализировать электронные схемы;
- правильно эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

### Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд «Основы электроники»

### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему (рис. 20) для исследования усилительного каскада. Подключить канал CH1 осциллографа к входу усилителя, а канал CH2 к выходу усилителя. Включить временную развертку осциллографа. Включить функциональный генератор и установить синусоидальный сигнал частотой 50 Гц. Уменьшить сигнал до нуля регулятором амплитуды. Переключить входы CH1 на положение «вход закорочен». При токе  $I_b=0$  установить с помощью потенциометра RP2 заданное значение  $E_k$  и далее не изменять его при всех экспериментах.

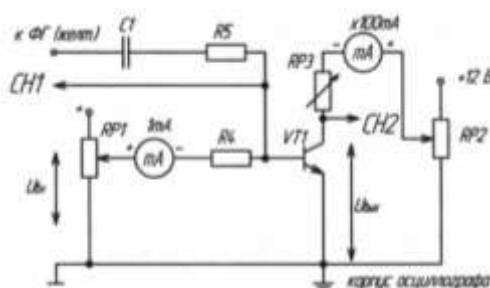


Рисунок 20

2. Определить экспериментальную максимальную амплитуду неискаженного выходного напряжения  $U_{вых\ max}$ . Для этого при токе базы, равном нулю, проверьте положение линии на экране осциллографа. При закороченном входе осциллографа она должна совпадать с нулевой линией, а при разомкнутом – отклоняться примерно на три четверти от половины экрана. Нулевую линию можно сместить вниз для увеличения масштаба, но обязательно отметить её положение. Плавно увеличивайте амплитуду входного сигнала и постоянную составляющую тока базы до появления видимого уплощения вершин синусоиды выходного напряжения.

Зарисуйте выходное напряжение с искажениями и предельное без искажения. Определите масштабы по напряжению и по времени.

3. Определить коэффициент усиления каскада по напряжению  $K_u$ . Для этого установить  $I_b = I_{бр}$ , вход СН1 осциллографа, переключить на закрытый вход (АС). Изменяя переменный входной сигнал, добиться синусоидального по форме максимального выходного сигнала. Измерить с помощью осциллографа амплитуды выходного  $U_{вых}$  и входного  $U_{вх}$  сигналов. Определить коэффициент усиления, учесть масштабы.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схема соединений для выполнения эксперимента;
- в) таблицы с результатами эксперимента;
- г) обработанные осциллограммы;
- 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 была 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.