



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
М.С. Агеева

Учебно-методические указания по выполнению лабораторных занятий по
дисциплине

ОП.02 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

по специальности

**11.02.03. Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации
судов**

МО-11 02 03-ОП.02. ЛЗ

РАЗРАБОТЧИК

А.М. Вахрамеева

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Д.В. Хололенин

ГОД РАЗРАБОТКИ

2023

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.2/30

Содержание

Введение	3
Перечень лабораторных занятий.....	5
РАЗДЕЛ 1 ПОСТОЯННЫЙ ТОК.....	6
Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока.....	6
Лабораторная работа №1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии	6
Тема 1.3 Электромагнетизм.....	8
Лабораторная работа № 2 Исследование явления электромагнитной индукции	8
РАЗДЕЛ 2 ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	10
Тема 2.2 Неразветвлённые цепи переменного тока	10
Лабораторная работа №3 Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью.....	10
Лабораторная работа № 4 Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	13
Лабораторная работа № 5 Исследование резонанса напряжений.....	15
Тема 2.3 Разветвленные цепи переменного тока.....	18
Лабораторная работа № 6, 7 Исследование разветвленной цепи переменного тока	18
Тема 2.4 Трехфазный ток.....	20
Лабораторная работа № 8, 9 Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей энергии «звездой»	20
РАЗДЕЛ 4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	23
Тема 4.1 Общие понятия об электрических измерениях	23
Лабораторная работа № 10 Поверка амперметра и вольтметра	23
РАЗДЕЛ 6 ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	25
Тема 6.1 Схемы выпрямления.....	25
Лабораторная работа № 11, 12 Исследование однофазных схем выпрямления	25
Тема 6.2 Сглаживающие фильтры и стабилизаторы напряжения и тока	27
Лабораторная работа № 13 Исследование сглаживающих фильтров	27
ПРИЛОЖЕНИЕ	29
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ	30

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.3/30

Введение

Методические указания по выполнению лабораторных занятий (для обучающихся) составлены в соответствии с рабочей программой «Электротехника» по специальности 11.02.03. «Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов».

Рабочей программой дисциплины «Электротехника» по специальности 11.02.03. «Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов» выделено 26 часов для проведения лабораторных занятий.

Целью проведения лабораторных занятий является формирование компетенций ОК и ПК, приобретение практических навыков и умений, закрепление теоретических знаний, а также привитие интереса к избранной специальности.

Рабочая программа направлена на формирование у обучающихся следующих элементов компетенций:

- профессиональные компетенции:

- ПК 1.1. Осуществлять техническую эксплуатацию систем судовой радиосвязи и электрорадионавигации;

- ПК 1.3. Вести вахтенный журнал радиостанции и оформлять техническую документацию радиооборудования;

- ПК 1.5. Проводить профилактическое и регламентируемое техническое обслуживание оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов;

- ПК 2.2. Определять тип неисправностей в работе оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов и методику их устранения;

- ПК 2.3. Проводить ремонт судового радиооборудования в море на уровне замены блоков (модулей);

- ПК 3.1. Осуществлять монтаж оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов, включая подведение питающих силовых и сигнальных линий передач и антенн;

- ПК 3.2. Осуществлять демонтаж оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов;

- ПК 3.3. Выполнять операции по коммутации и сопряжению отдельных элементов оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов;

- ПК 3.4. Выполнять операции по инсталляции и введению в действие оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.4/30

В данной дисциплине проведение лабораторных занятий позволяет получить навыки монтажа электрических схем, умение пользоваться электроизмерительными приборами. Кроме того, вырабатывается способность делать выводы из полученных результатов.

К лабораторным работам допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, пожарной безопасности, обученные правилам и приемам их выполнения. Основные требования по правилам техники безопасности даны в приложении.

Основной целью методических пособий является оказание помощи обучающимся при выполнении лабораторных занятий. Методические указания к каждой лабораторной работе содержат пояснение цели работы, перечень используемых в данной работе приборов и оборудования, исследуемую электрическую схему, порядок выполнения работы, вопросы для самоконтроля и форму отчета по проделанной работе.

Перед проведением лабораторных занятий курсанты должны изучить необходимый материал, понять цель и последовательность выполнения работы, а преподаватель проверить их готовность к проведению задания.

При оформлении отчета по лабораторной работе графическую часть надо выполнять с помощью чертежных принадлежностей.

По лабораторной работе проводится зачет. Для получения зачета курсант должен знать теоретические вопросы по теме работа, а также пояснять проведенный расчет и анализировать полученные результаты.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.5/30

Перечень лабораторных занятий

№ п/п		Кол-во часов
Раздел 1 Постоянный ток		
Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока		
1	Исследование последовательного соединения потребителей энергии	2
Тема 1.3 Электромагнетизм		
2	Исследование явления электромагнитной индукции	2
Раздел 2 Переменный ток		
Тема 2.2 Неразветвленные цепи переменного тока		
3	Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью	2
4.	Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	2
5.	Исследование резонанса напряжений	2
Тема 2.3 Разветвленные цепи переменного тока		
6, 7	Исследование разветвленной цепи переменного тока	4
Тема 2.4 Трехфазный ток		
8,9	Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей энергии «звездой»	4
Раздел 4 Электрические измерения		
Тема 4.1 Общие понятия об электрических измерениях		
10	Поверка амперметра и вольтметра	2
Раздел 6 Выпрямительные устройства		
Тема 6.1 Схемы выпрямления		
11, 12	Исследование однофазных схем выпрямления	4
Тема 6.2. Сглаживающие фильтры и стабилизаторы напряжения и тока		
13	Исследование сглаживающих фильтров	2
Итого		26

РАЗДЕЛ 1 ПОСТОЯННЫЙ ТОК**Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока****Лабораторное занятие №1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии**

Цель работы:

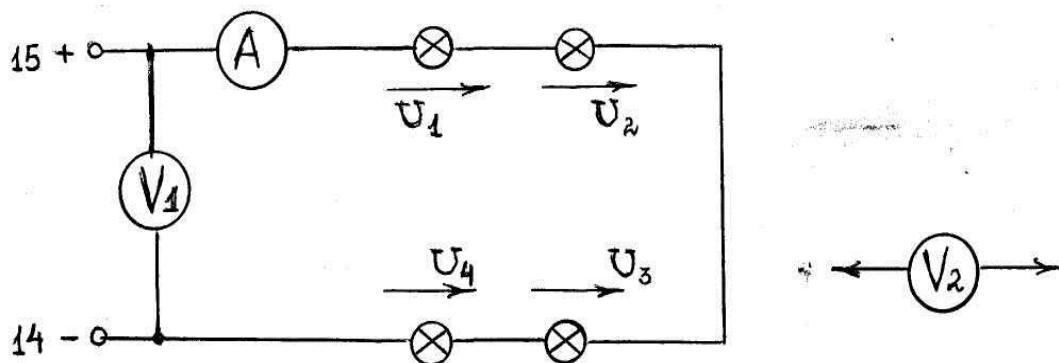
- Формирование компетенций ПК 1.1, 1.3, 1.5, 2.2, 2.3, 3.1. – 3.4
- Закрепление знаний по темам «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение практических навыков исследования режимов работы цепи постоянного тока, а также распределения тока, напряжений и мощностей в данной цепи.
- Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр М-367 3А А
2. Вольтметр М-367 50В V_1
3. Вольтметр М-367 15В V_2
4. Лампы накаливания МО 24В 4 штуки.

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием лабораторного стола и записать их технические данные.
2. Собрать схему цепи.

3. Установить напряжение в цепи U и измерить ток в цепи I , падение напряжения на лампах U_1, U_2, U_3, U_4 . Данные измерений занести в таблицу №1.

Таблица 1

I	U	U_1	U_2	U_3	U_4
А	В	В	В	В	В

4. Проверить справедливость равенства $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$, пользуясь результатами опыта.

5. Определить сопротивление и мощность отдельных участков и всей цепи. Проверьте справедливость соотношений:

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 \quad U_3 : U_4 = R_3 : R_4$$

$$P_{л1} : P_{л2} = R_1 : R_2 \quad P_{л3} : P_{л4} = R_3 : R_4$$

6. Изменяя напряжение на зажимах цепи от U установленного до 0, измерить ток в цепи и данные замеров занести в таблицу 2.

Таблица 2

U	I					

По полученным данным постройте в масштабе зависимость $I = f(U)$

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои выводы по распределению напряжения и мощности между участками цепи.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Записать и сформулировать закон Ома для участка цепи, для полной электрической цепи.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.8/30

2. Какие виды соединения потребителей бывают в электрических цепях?

3. Для последовательного соединения записать соотношения:

- для токов на участках цепи;
- для напряжений на участках цепи;
- для мощностей на участках цепи.

4. Как определяется общее сопротивление при последовательном соединении?

5. Записать и сформулировать закон Джоуля - Ленца.

6. В чем физическая суть первого правила Кирхгофа?

Тема 1.3 Электромагнетизм

Лабораторное занятие № 2 Исследование явления электромагнитной индукции

Цель работы:

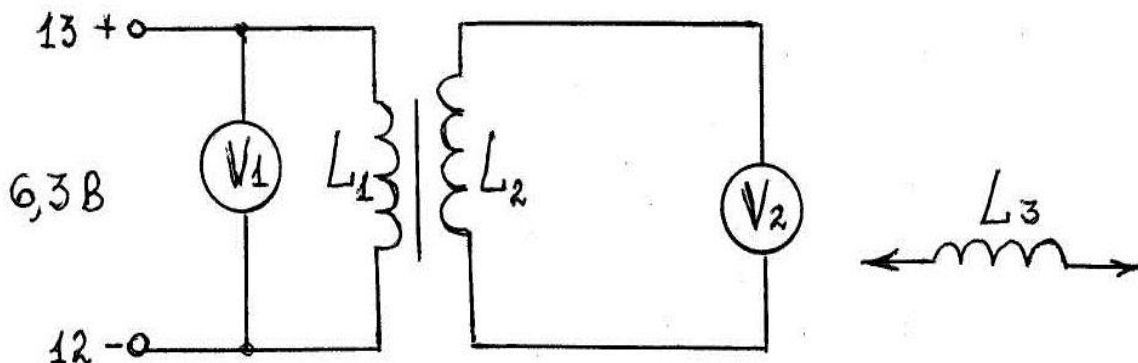
- Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.
- Закрепление теоретических знаний по темам «Электромагнетизм», «Электрические измерения».
- Приобретение навыков исследования явления электромагнитной индукции и причин возникновения данного явления.
- Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Вольтметр М 367 – 15В – V_1
2. Вольтметр Ц 4311 – 3В – V_2
3. Электромагнит – L_1
4. Катушка индуктивности – 2340 витков – L_2
5. Катушка индуктивности 4800 витков – L_3

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием и записать технические данные.
2. Собрать схему.
3. Изменяя напряжение U_1 от 0 до 4 В (через 0.5 В), измерить значение наведенной ЭДС в катушке L_2 с помощью вольтметра V_2 . Аналогичное исследование произвести с катушкой L_3 . Данные измерений занести в таблицу.

U_1 В	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
U_2 В									
U_3 В									

4. Перемещая электромагнит в катушке L_2 или L_3 , по вольтметру V_2 убедиться в существовании явления электромагнитной индукции.
5. На основании данных таблицы построить графики

$$U_2 = f(U_1); U_3 = f(U_1)$$
6. Рассчитать коэффициенты трансформации

$$K_{\text{тр.1}} = U_2/U_1; K_{\text{тр.2}} = U_3/U_1 \text{ при } U_1 = 1.5\text{В}$$

Выводы и предложения по работе:

В результате проделанной работы высказать свои соображения по причинам возникновения ЭДС индукции.

Содержание отчета:

1. Цель работы.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.10/30

2. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».

3. Список использованных источников.
4. Выводы и предложения.
5. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. В чем физическая сущность явления электромагнитной индукции?
2. Чем создается магнитное поле?
3. Как определяется направление магнитных силовых линий?
4. От каких параметров зависит индуктивность катушки?
5. В каких единицах измеряется индуктивность?
6. При каких условиях возникает явление самоиндукции?
7. В чем разница между самоиндукцией и взаимной индукцией?
8. В чем сущность правила Ленца? Сформулируйте его.

РАЗДЕЛ 2 ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Тема 2.2 Неразветвлённые цепи переменного тока

Лабораторное занятие №3 Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью

Цель работы:

- Формирование компетенций. ПК 1.1, 1.3, 1.5, 2.2, 2.3, 3.1. – 3.4
- Закрепление теоретических знаний по темам 2.1 «Основные понятия и определения», «Неразветвленные цепи переменного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение практических навыков исследования цепей однофазного переменного тока и влияния индуктивности на режимы работы цепи.
- Привитие интереса к избранной специальности.

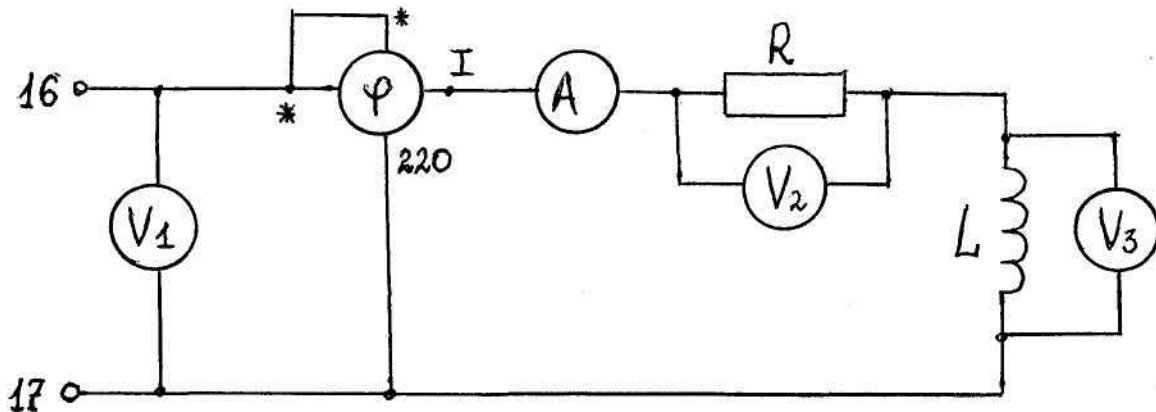
Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59 Ц4311 Э-514	2А 3А 5А	А
2. Вольтметр	Э-378	150	V ₁
3. Вольтметр	Э-59	7,5-60	V ₂
4. Вольтметр	Э-59	150 V	V ₃

5. Фазометр	Д 548	$\cos \varphi$
6. Резистор ПЭЛ	27 Ом \div 10%	R_p
7. Катушка индуктивности	2340 витков	R_k, L_k $R_k = 30 \text{ Ом}$

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести стальной сердечник в катушку.
3. Включить цепь, установить напряжение на зажимах Кл 16 – Кл 17.
4. Изменяя положение сердечника в катушке, измерить ток I , напряжение на резисторе U_R и напряжение на катушке U_k , $\cos \varphi$, φ

Данные записать в таблицу 1

Таблица 1

Порядок замера	U	U_R	U_k	I	$\cos \varphi$	φ
	В	В	В	А	-	Град
С сердечником						
Промежуточное положение						
Без сердечника						

По данным замеров (таблицы 1) определить для каждого измерения

Сопротивление резистора	R_p
Индуктивное сопротивление катушки	X_L
Индуктивность катушки ($f=50 \text{ Гц}$)	L
Полное сопротивление цепи	Z
Активное напряжение	U_a

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.12/30

Активную мощность цепи P
 Реактивную мощность цепи Q_L
 Полную мощность цепи S
 Результаты расчетов свести в таблицу 2

Таблица 2

Порядок замера	R_p	X_L	L	Z	P	Q_L	S
	Ом	Ом	Гн	Ом	Вт	ВАР	ВА
С сердечником							
Промежуточное положение							
Без сердечника							

По данным таблицы 1 построить в масштабе векторные диаграммы напряжений и тока и сравнить их.

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои соображения по влиянию индуктивности на параметры цепи.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников
5. Выводы и предложения
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. В каких единицах измеряется индуктивность? Производные единицы и соотношения между ними.
2. Как определить индуктивное сопротивление?
3. Пояснить, как зависит индуктивное сопротивление от частоты.
4. Как рассчитать полное сопротивление цепи с «R и L».
5. Как определить коэффициент мощности $\cos \varphi$ для цепи с «R и L».

Лабораторное занятие № 4 Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью

Цель работы:

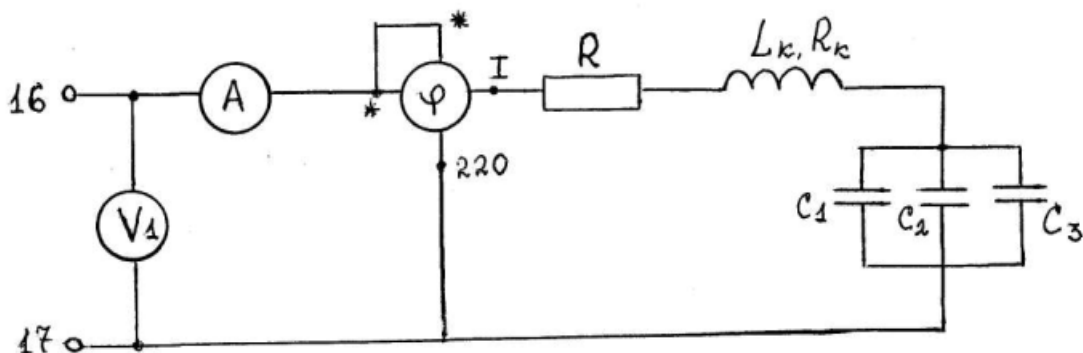
- * Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.
- * Закрепление знаний по темам «Неразветвленные цепи переменного тока», «Электрические измерения».
- * Приобретение умений и навыков исследования режимов работы реальной цепи переменного тока при изменении индуктивности цепи.
- * Закрепление вопроса о построении векторных диаграмм.
- * Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59	2А	А
2. Вольтметр	Э-59	7,5-60 В	V_2
3. Вольтметр	Э-378	150-250 В	V_1
4. Вольтметр	Э-59	150-300 В	V_3
5. Резистор	ПЭЛ	$27 \pm 10\%$	
6. Фазометр	Д548		$\cos \varphi$
7. Катушка индуктивности	2340 витков $R_k=30 \text{ Ом}$		
8. Конденсаторы	МБГП	32 мкФ	C_1, C_2, C_3

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести полностью сердечник в катушку.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.14/30

3. Включить цепь и установить на клеммах заданное напряжение.

4. Провести измерение тока I , напряжение на зажимах цепи U , напряжение на катушке U_K , на конденсаторе U_C , напряжение на резисторе U_P , коэффициента мощности $\cos \varphi$, угла сдвига фаз φ .

Данные измерений занести в таблицу 1

Таблица 1

Режим работы цепи	I, A	U, B	U_P, B	U_K, B	U_C, B	$\cos \varphi$	φ
С сердечником							
Без сердечника							

5. По данным измерений определить (для каждого замера)

Сопротивление резистора	R_P
Индуктивное сопротивление катушки	X_L
Индуктивность катушки	L
Емкостное сопротивление	X_C
Реактивное сопротивление цепи	X
Полное сопротивление цепи	Z
Активную мощность цепи	P
Индуктивную мощность цепи	Q_L
Емкостную мощность цепи	Q_C
Реактивную мощность цепи	Q
Полную мощность цепи	S

Данные расчетов свести в таблицу 2

Таблица 2

Режим работы цепи	R_P	X_L	L	X_C	X	Z	P	Q_L	Q_C	Q	S
С сердечником											
Без сердечника											

6. По данным таблицы 1 построить векторные диаграммы для двух замеров.

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы сделать вывод о том, что влияет на характер цепи и режимы её работы.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.15/30

3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».

4. Список используемых источников.

5. Выводы и предложения.

6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Как определить полное сопротивление в цепи «R, L и C»?

2. От чего зависит знак угла сдвига фаз между током и напряжением в цепи «R, L и C»?

3. Построить векторную диаграмму цепи при емкостном характере цепи; при индуктивном характере.

4. Как определяется активная, реактивная и полная мощности?

Лабораторная работа № 5 Исследование резонанса напряжений

Цель работы:

- Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.
- Закрепление теоретических знаний по темам «Неразветвленные цепи переменного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение практических навыков и умений исследования реальной цепи переменного тока при резонансе напряжений.
- Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

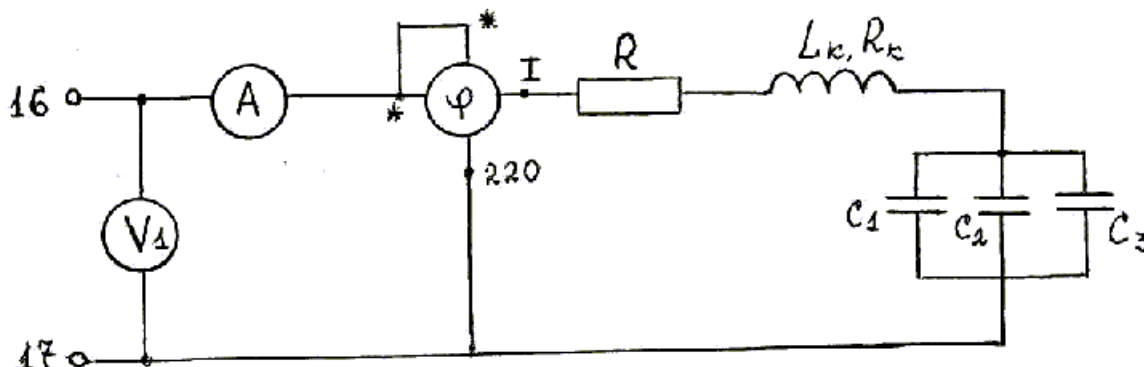
Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59 Ц 4311 Э 514	2А 3А 5А	А
2. Вольтметр	Э-59	7,5-60 В	V ₂
3. Вольтметр	Э-378	150-250 В	V ₁
4. Вольтметр	Э-59	150-300 В	V ₃
5. Резистор	ПЭЛ	27±10% Ом	
6. Фазометр	Д548	0-1-0	φ
7. Катушка индуктивности		2340 витков R _к =30 Ом	
8. Конденсаторы	МБГП	2 мкФ±10%	

10 мкф±10%

20 мкф±10%

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести полностью сердечник в катушку.
3. Включить цепь и установить на клеммах заданное напряжение.
4. Перемещая сердечник в катушке, настроить цепь в резонанс (по максимальному значению тока в цепи и $\text{Cos } \varphi = 1$).
5. Произвести измерения тока I , напряжения на зажимах цепи U , напряжения на катушке U_k , на конденсаторе U_c , напряжения на резисторе U_p , коэффициента мощности $\text{Cos } \varphi$, угла сдвига фаз φ . Данные измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1

Режимы работы цепи	I	U	U_p	U_k	U_c	$\text{Cos } \varphi$	φ
Резонанс напряжений							

6. По данным измерений (таблица 1) определить:

Сопротивление резистора	R_p
Полное сопротивление катушки	Z_k
Индуктивное сопротивление катушки	X_L
Индуктивность катушки	L
Емкостное сопротивление	X_C
Реактивное сопротивление цепи	$X = X_L - X_C$
Активное сопротивление цепи	$R = R_p + R_k, R_k = 30 \text{ Ом}$

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.17/30

Полное сопротивление цепи	Z
Активную мощность цепи	P
Индуктивную мощность цепи	Q_L
Емкостную мощность цепи	Q_C
Реактивную мощность цепи	$Q = Q_L - Q_C$
Полную мощность цепи	S
Активное падение напряжения	$U_a = I(R_P + R_K)$
Индуктивное падение напряжения	U_L

Данные расчетов свести в таблицу 2

Таблица 2

Режим работы	R	Z_K	X_L	L	X_C	X	R	Z	P	Q_L	Q_C	Q	S
Резонанс напряжений													

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы сделать выводы о свойствах цепи RLC при резонансе напряжений.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. При каком условии в цепи «RLC» возникает резонанс напряжений?
2. Как определить частоту, на которой возникает резонанс? От чего она зависит?
3. Чему равно сопротивление цепи при резонансе напряжений?
4. Какой сдвиг по фазе между током и напряжением в цепи «R, L и C» при резонансе? Покажите это на векторной диаграмме.
5. Почему резонанс в последовательной цепи «R, L и C» называют резонансом напряжений?

6. Для каких целей и где используется явление резонанса напряжений?

Тема 2.3 Разветвленные цепи переменного тока

Лабораторное занятие № 6, 7 Исследование разветвленной цепи переменного тока

Цель работы:

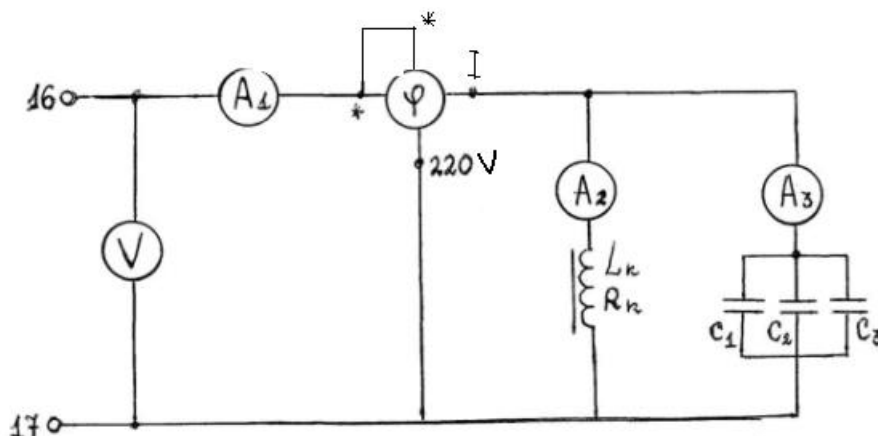
- * Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Разветвленные цепи переменного тока», «Электрические измерения».
- * Приобретение практических навыков и умений исследования разветвленной цепи переменного тока при различных режимах работы.
- * Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

Амперметр	Э-59	2А	A ₂
	Ц 4311	3А	A ₁
	Э 514	5А	A ₃
Вольтметр	Э-378	150-250 В	V
Фазометр	Д548	0-1-0	cos φ
Катушка индуктивности	---	2340 витков R _к =30 Ом	
Конденсатор	МБГП	32 мкФ	C ₁ , C ₂ , C ₃

Электрическая схема



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.19/30

2. Ввести в катушку сердечник, подключить цепь к источнику питания. Установить в цепи напряжение U (по указанию преподавателя).

3. Произвести измерения:

- общего напряжения на зажимах цепи U ;
- тока на неразветвленном участке цепи I_1 ;
- токов в катушке I_2 и конденсаторе I_3 ;
- коэффициента мощности цепи $\cos \varphi$;
- угла сдвига фаз φ .

Данные замеров занести в таблицу 1

4. Вывести сердечник из катушки и повторить измерения. Данные занести в таблицу 1.

5. Изменяя индуктивность катушки перемещением сердечника, установить в неразветвленной части цепи минимальное значение тока, т.е. настроить цепь в резонанс $\cos \varphi = 1$.

Повторить замеры п.2 Данные измерений записать в таблицу 1.

Порядок замера	U	I_1	I_2	I_3	$\cos \varphi$	φ
	В	А	А	А	-	
Катушка с сердечником						
Катушка без сердечника						
Резонанс токов					1	0°

6. По данным таблицы 1 для всех режимов работы разветвленной цепи переменного тока определить:

- индуктивное сопротивление катушки X_L
- полное сопротивление цепи Z
- емкостное сопротивление X_C
- активную мощность цепи P
- реактивную мощность цепи Q
- полную мощность цепи S

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы сделать вывод о возможных режимах работы разветвленной цепи и особенностях этих режимов.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.20/30

3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».

4. Список используемых источников.

5. Выводы и предложения.

6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Как в разветвленной цепи определяется полное сопротивление?

2. Как определяется в цепи переменного тока активная проводимость, реактивная проводимость и полная проводимость?

3. В каких единицах измеряется проводимость?

4. При каком условии в данной разветвленной цепи возникает резонанс токов?

5. С какого вектора надо начинать построение векторной диаграммы для разветвленной цепи?

Тема 2.4 Трехфазный ток

Лабораторное занятие № 8, 9 Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей энергии «звездой»

Цель работы:

* Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.

* Закрепление теоретических знаний по темам «Трехфазный ток», «Электрические измерения».

* Приобретение практических навыков и умений исследования цепи трехфазного тока в различных режимах работы.

* Приобретение навыков проверки соотношений фазных и линейных напряжений.

*Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

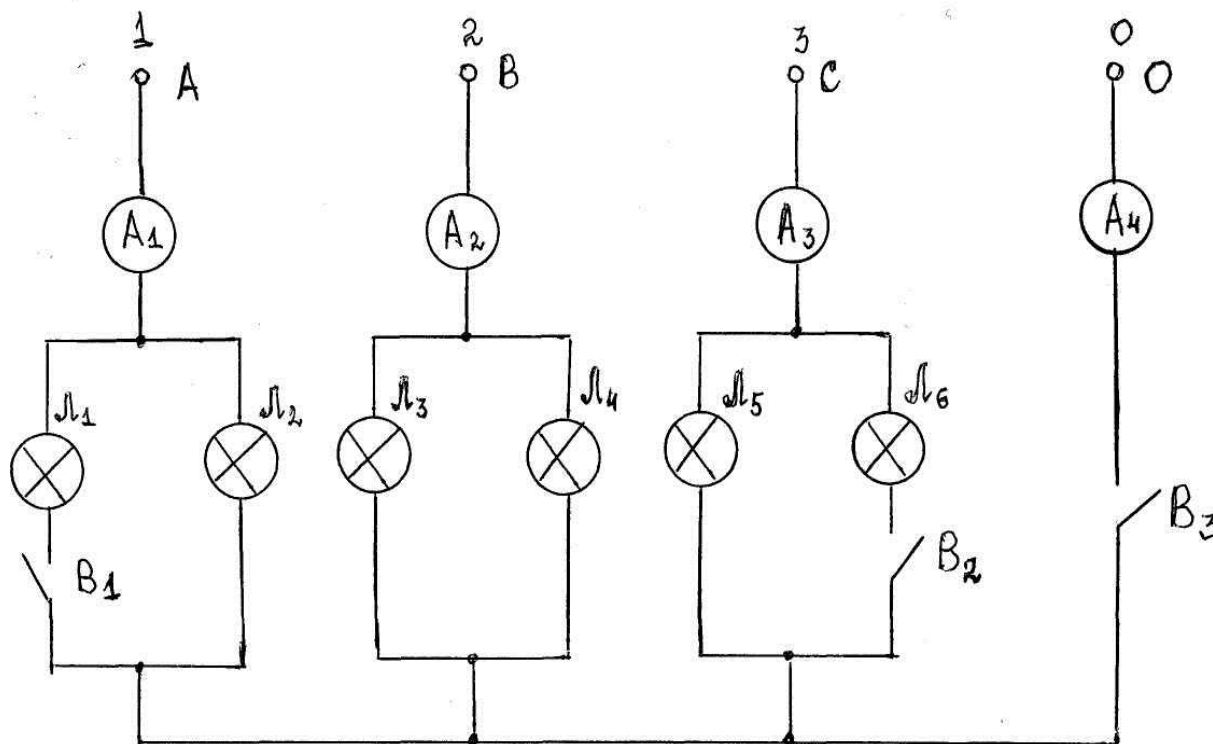
1. Амперметр Ц4311

2. Вольтметр Э-59

3. Лампы накаливания БК 40Вт, 60Вт, 220В

4. Измерительный комплект

Электрическая схема:



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать исследуемую электрическую цепь.
3. При равномерной нагрузке измерить фазные и линейные напряжения, фазные токи, ток нулевого провода. Отключив нулевой провод, убедиться, что режим работы цепи не изменился.
4. Создать в цепи неравномерную нагрузку, отключив тумблеры B_1 или B_2 (или оба тумблера). При неравномерной нагрузке измерить фазные и линейные напряжения, фазные токи, ток нулевого провода.
5. Отключить нулевой провод с помощью тумблера B_3 . Произвести измерения тех же величин.
6. Данные замеров в п.п. 3, 4, 5 занести в таблицу 1.

Таблица 1

Порядок замера	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_0
Равномерная нагрузка										
Неравномерная нагрузка										
Обрыв «O»										

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.22/30

7. По данным таблицы вычислить:

а) Сопротивление фаз приёмника R_A, R_B, R_C

б) мощность фаз приемника P_A, P_B, P_C

с) убедиться, что $U_{л} = \sqrt{3} U_{\phi}$

8. Построить в масштабе векторные диаграммы.

Для всех случаев фазные напряжения источника равны и сдвинуты по фазе на 120° .

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои соображения о роли нулевого провода и возможных последствиях его обрыва.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимается под трехфазной системой ЭДС?
2. Как сдвинуты по фазе напряжения в фазах А, В, С?
3. Какое соединение фаз называется «звездой»?
4. Для каких целей служат линейные провода? Нулевой провод?
5. Какое соотношение между линейными и фазными токами, а также линейным и фазным напряжением при соединении «звездой»?
6. Что произойдет в данной цепи, если при неравномерной нагрузке произойдет обрыв нулевого провода?

РАЗДЕЛ 4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**Тема 4.1 Общие понятия об электрических измерениях****Лабораторное занятие № 10 Поверка амперметра и вольтметра***Цель работы:*

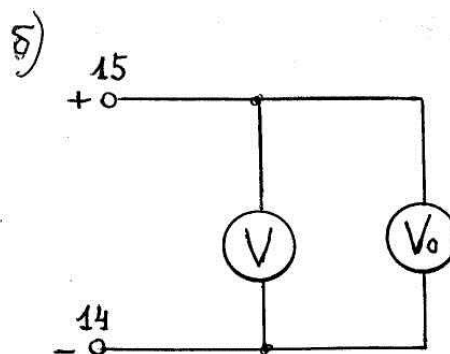
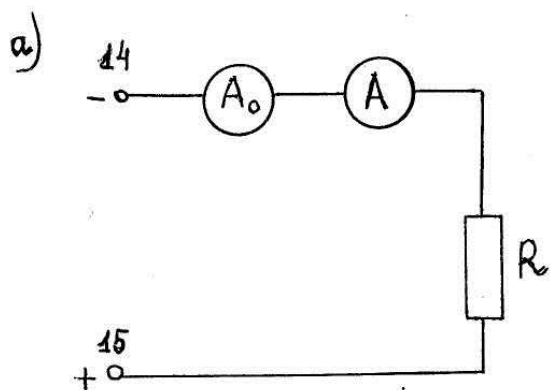
- * Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.
- * Приобретение навыков и умений производить поверку электроизмерительных приборов и определять их соответствие своему классу точности.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Общие понятия об электрических измерениях», «Системы электроизмерительных приборов».
- * Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр (образцовый)	М 1104	3А	A_0
2. Амперметр (поверяемый)	М 367	3А	А кл. точн. 1,5
3. Вольтметр (образцовый)	Э 59	60 В	V_0
4. Вольтметр (поверяемый)	М 367	50 В	V кл. точн. 1,5
5. Реостат	РПШ	1000м. 2А	

Электрические схемы

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать схему а) для поверки амперметра.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.24/30

3. Выставляя на поверяемом амперметре значения I изм. = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2А, снять соответствующие показания образцового прибора I действ..

4. По данным замеров определить: ΔI , ΔI_{\max} , $\Delta I\%$, $Y_{\text{прив}}\%$.

5. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 1

Таблица 1

I изм.	I действ.	ΔI	$\Delta I\%$	$Y_{\text{прив}}\%$
0÷1,2 А				

6. Собрать схему б) для поверки вольтметра

7. Выставляя на поверяемом вольтметре значения U изм.= 0; 10; 20; 30; 40; 50В., снять соответствующие значения U действ.

8. По данным замеров определить ΔU , $\Delta U\%$, ΔU_{\max} , $Y_{\text{прив}}\%$.

9. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 2

Таблица 2

U изм.	U действ.	ΔU	$\Delta U\%$	$Y_{\text{прив}}\%$
0÷50 В				

10 По результатам расчетов построить графики зависимости

$$\Delta I = f_1(I_{\text{изм}}); \Delta U = f_2(U_{\text{изм}}).$$

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои соображения о соответствии поверяемых приборов (амперметра и вольтметра) своему классу точности.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Какое значение измеряемой величины показывает образцовый прибор?
Рабочий прибор?

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.25/30

2. Как определить абсолютную погрешность? Относительную погрешность? Приведенную погрешность?

3. Какие классы точности имеют электроизмерительные приборы, и что значит класс точности прибора 1,0?

4. Для каких целей проводится поверка приборов и каким путем её производят?

5. Для каких целей используют амперметры, вольтметры, ваттметры?

6. Как включается в схему для измерений амперметр? Вольтметр?

РАЗДЕЛ 6 ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Тема 6.1 Схемы выпрямления

Лабораторное занятие № 11, 12 Исследование однофазных схем выпрямления

Цель работы:

* Формирование компетенций ПК 1.1., 1.3., 1.5., 2.2., 2.3., 3.1. – 3.4.

* Закрепление теоретических знаний по теме «Схемы выпрямления», «Электрические измерения».

* Приобретение практических навыков и умений собирать однофазные схемы выпрямления и сравнивать основные показатели этих схем при работе на активную нагрузку.

* Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные и материалы:

- лабораторный стенд 87Л-01;
- осциллограф;
- вольтметр переменного тока;
- вольтметр постоянного тока;
- набор короткозамыкателей.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с рабочим местом.
2. Составить схему однополупериодной схемы выпрямления:
 - а) установить напряжение питания выпрямителя U_1 ;
 - б) измерить напряжение U_2 , U_0 . Определить соотношение между этими напряжениями;
 - в) подключить осциллограф. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения U_0 ;

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.26/30

г) зарисовать осциллограмму входного напряжения U_2 , для чего подключить осциллограф к вторичной обмотке трансформатора. Сравнить форму входного и выходного напряжений.

3. Собрать схему двухполупериодной схемы выпрямления. Произвести измерения в соответствии с пунктами а), б), в), г) предыдущего задания.

4. Собрать мостовую схему выпрямления. Произвести измерения, аналогичные предыдущим.

5. Результаты измерений свести в таблицу 1.

Таблица 1

Параметр	Схема выпрямления		
	Однополупериодная	Двухполупериодная	Мостовая
U_2 , В			
U_0 , В			
U_2 / U_0			
f- пульсаций			

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы сделать сравнительную оценку схем выпрямления, оценив их достоинства и недостатки.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Схемы исследуемых схем выпрямления
5. Осциллограммы входных и выходных напряжений.
6. Необходимые расчеты, таблица
7. Выводы и предложения.
8. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Показать цепи токопрохождения в исследуемых схемах.
2. Достоинства и недостатки исследуемых схем.
3. Что такое коэффициент пульсаций?
4. Работа, достоинства и недостатки других схем выпрямления.
5. Соотношения частоты пульсаций и частоты питающей сети для различных схем выпрямления.

**Тема 6.2 Сглаживающие фильтры и стабилизаторы напряжения и тока
Лабораторное занятие № 13 Исследование сглаживающих фильтров***Цель работы:*

- * Формирование компетенций ПК 1.1, 1.3, 1.5, 2.2, 2.3, 3.1. – 3.4
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Сглаживающие фильтры и стабилизаторы напряжения и тока», «Электрические измерения».
- * Приобретение практических умений и навыков составлять схемы сглаживающих фильтров и исследовать влияние параметров фильтров на сглаживающее действие.
- * Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные и материалы:

1. Лабораторный стенд 87 Л-01.
2. Конденсаторы 10мкФ, 20мкФ, 50мкФ.
3. Осциллограф.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом и оборудованием.
2. На панели лабораторного стенда собрать Г – образный RC – фильтр.
3. С помощью осциллографа пронаблюдать и зарисовать осциллограммы напряжений на входе и выходе фильтра.
4. Собрать П – образный RC – фильтр и исследовать его с помощью осциллографа.
5. Произвести исследование работы П – образного RC – фильтра, изменяя его параметры (изменяем емкость конденсаторов C_1 , C_2 – 10мкФ, 20мкФ, 50мкФ). Для каждого значения ёмкости зарисовать осциллограммы.

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои соображения о влиянии параметров фильтра на сглаживающие действия, сравнить сглаживающие свойства Г и П – образного фильтров.

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.28/30

3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».

4. Список используемых источников.

5. Выводы и предложения.

6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки:

1. Для каких целей служат сглаживающие фильтры?

2. Назовите различные типы фильтров, их особенности.

3. Составьте Г, П и Т – образные LC и RC – фильтры.

4. Объясните физическую сущность работы L – фильтра, C – фильтра.

5. Как влияет величина ёмкости на сглаживающие действия RC – фильтра?

6. Как определяется коэффициент сглаживания сглаживающего фильтра?

7. Как определяется коэффициент сглаживания многозвенного фильтра?

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.29/30

ПРИЛОЖЕНИЕ

Правила техники безопасности при проведении лабораторных занятий

1. Перед выполнением лабораторных занятий курсант должен пройти инструктаж по технике безопасности.
2. Сборка электрических схем должна производиться проводами с исправной изоляцией и оконцевателями.
3. Включение собранных схем в работу производится только после проверки их преподавателем.
4. Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов и оборудования запрещается.
5. Все переключения в электрических схемах необходимо производить при отключенном напряжении.
6. Во время выполнения лабораторной работы категорически запрещается хождение по лаборатории.
7. Курсант, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен немедленно сообщить об этом преподавателю.
8. Необходимо помнить, что нарушения правил техники безопасности могут привести к поражению электрическим током.
9. После окончания работы электрическая схема должна быть обесточена, то есть должно быть отключено питание, рабочее место убрано, дополнительные приборы и провода сданы.

МО-11 02 03-ОП.02.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.30/30

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

Основные источники:

1. Буртаев В.А., Овсянников П.Н. Теоретические основы электротехники : - М.: Высшая школа, 2019.
2. Аполлонский С.М.: Электротехника: учебник / С.М. Аполлонский. – Москва: КНОРУС, 2022. (Среднее проф. образование).
3. Пантюшина В.С. «Сборник задач по общей электротехнике», М., Высшая школа, 2018

Дополнительные источники:

1. Гальперин М.В. «Электротехника и электроника». М., Форум, 2010
- Морозова Н.Ю. «Электротехника и электроника». М., Академия, 2009
2. Прошин В.М. «Лабораторно-практические работы по электротехнике» М., Академия, 2009
3. Федорченко А.А., Синдеев Ю.Г. «Электротехника с основами электроники» М., Дашков и К, 2009
4. Данилов И.А., Иванов П.М. «Общая электротехника с основами электроники». М., Высшая школа, 2004.
5. Катаенко Ю.К. «Электротехника» М., Академцентр, 2010
6. Синдеев Ю.Г. «Электротехника с основами электроники», Ростов-на-Дону, Феникс, 2011
7. Волынский Б.А. «Электротехника», Энергоатомиздат, 2015
8. Москатов Е.А. «Основы электронной техники», Ростов-на-Дону, Феникс, 2010
9. Пантюшина В.С. «Сборник задач по общей электротехнике». М., Высшая школа, 2014
10. Гальперин М.В. «Электротехника и электроника». М., Форум, 2010
11. Прошин В.М. «Лабораторно-практические работы по электротехнике», М., Академия, 2009
12. Ванюшин М.Б. «Курс по электротехнике с основами электроники», М., «Электрокласс», 2011