



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

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А.И.Колесниченко

ОП.03 ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Методические указания по выполнению лабораторных занятий

26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок

МО-26 02 05-ОП.03.Л3

РАЗРАБОТЧИК	А.М. Вахрамеева
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ	М.Ю. Никишин
ГОД РАЗРАБОТКИ	2022
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ	2025

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.2/42

Содержание

Введение	3
Лабораторное занятие № 1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии	7
Лабораторное занятие №2. Исследование явления электромагнитной индукции	9
Лабораторное занятие № 3. Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью.....	12
Лабораторное занятие № 4. Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	16
Лабораторная работа № 5. Исследование резонанса напряжений ...	19
Лабораторное занятие № 6. Исследование разветвленной цепи переменного тока	23
Лабораторное занятие № 7. Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой»	26
Лабораторное занятие № 8. Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «треугольником»	30
Лабораторное занятие № 9. Проверка амперметра и вольтметра	32
Лабораторное занятие № 10 Исследование полупроводниковых диодов	36
Лабораторное занятие № 11. Исследование схем выпрямления	37
Лабораторное занятие № 12. Исследование сглаживающих фильтров	39
Используемые источники литературы	42

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.3/42

Введение

Рабочей программой дисциплины «Электроника и электротехника» для специальности 26.02.05. «Эксплуатация судовых энергетических установок» для проведения лабораторных занятий предусмотрено 24 часов.

Целью проведения лабораторных работ является формирование компетенций ОК и ПК, закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса. Кроме того, в процессе выполнения лабораторных работ теоретические знания обобщаются, систематизируются, конкретизируются, возникает способность применять теоретические знания на практике.

Выполнение лабораторных работ направлено на формирование у обучающихся следующих элементов компетенций:

- профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.

ПК 1.2. Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна.

ПК 1.3. Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования.

ПК 1.4. Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации.

ПК 1.5. Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды.

ПК 2.1. Организовывать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности.

ПК 2.2. Применять средства по борьбе за живучесть судна.

ПК 2.3. Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при организации учебных пожарных тревог, предупреждения возникновения пожара и при тушении пожара.

ПК 3.1. Планировать работу структурного подразделения.

ПК 3.2. Руководить работой структурного подразделения.

ПК3.3. Анализировать процесс и результаты деятельности структурного подразделения.

- общие компетенции:

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

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

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

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

В данной дисциплине проведение лабораторных занятий вырабатывает навык монтажа электрических схем, умение пользоваться электроизмерительными приборами, способность обрабатывать полученные результаты исследования, делая при этом выводы.

К лабораторным занятиям допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, пожарной безопасности, обученные правилам и приемам

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.5/42

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 каждому лабораторному занятию 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 обучающиеся должны изучить соответствующий материал, понять цель работы, ознакомиться с содержанием и последовательностью работы, а преподаватель проверить их готовность к проведению задания.

При оформлении отчета по лабораторному занятию необходимо схемы, графики, таблицы выполнять с помощью чертежных инструментов, карандашом.

Расчеты следует производить, используя все единицы измерения в системе СИ.

По каждому лабораторному занятию проводится зачет. На зачете обучающийся должен, помимо знания теоретических вопросов по теме, уметь пояснить проведенный расчет, анализировать полученные результаты.

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.6/42

Перечень лабораторных занятий

№ п/п	Лабораторное занятие	Кол-во часов
Раздел 1. Электротехника		
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока		
1.	Исследование последовательного соединения потребителей энергии	2
Тема 1.3. Электромагнетизм		
2.	Исследование явления электромагнитной индукции	2
Тема 1.4. Электрические цепи переменного однофазного тока		
3.	Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью	2
4.	Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	2
5.	Исследование резонанса напряжений	2
6.	Исследование разветвленной цепи переменного тока	2
Тема 1.5. Трехфазные электрические цепи		
7.	Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой»	2
8	Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «треугольником»	2
Тема 1.6. Электрические измерения		
9.	Поверка амперметра и вольтметра	2
Раздел 2. Электроника		
Тема 2.1. Полупроводниковые приборы		
10.	Исследование полупроводниковых диодов	2
Тема 2.3. Выпрямительные устройства		
11.	Исследование схем выпрямления	2
12.	Исследование сглаживающих фильтров	2
Итого		24

1 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

1.2 Электрические цепи постоянного тока

Лабораторное занятие № 1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии

Цель работы:

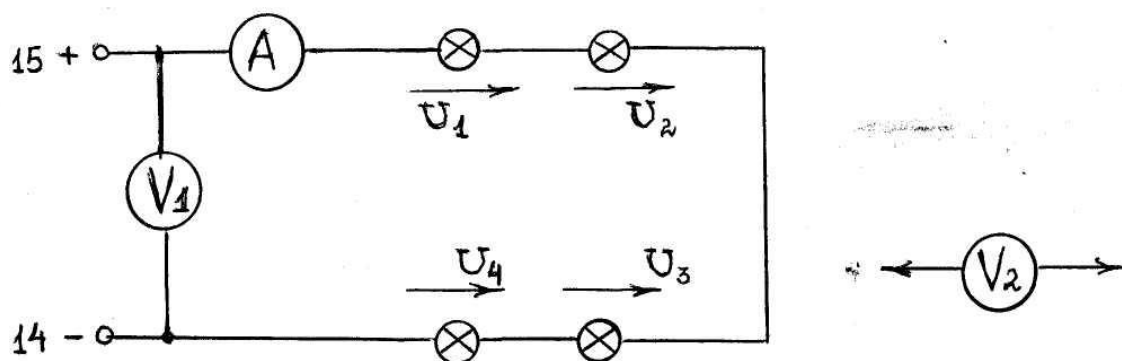
- Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- Закрепление знаний по темам «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение практических навыков исследования режимов работы цепи постоянного тока, а также исследования 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	$В$					
I	$А$					

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.
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?

1.3 Электромагнетизм

Лабораторное занятие №2. Исследование явления электромагнитной индукции

Цель работы:

- Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- Закрепление теоретических знаний по темам «Электромагнетизм», «Электрические измерения».
- Приобретение навыков исследования явления электромагнитной индукции и причин возникновения данного явления.
- Привитие интереса к избранной специальности.

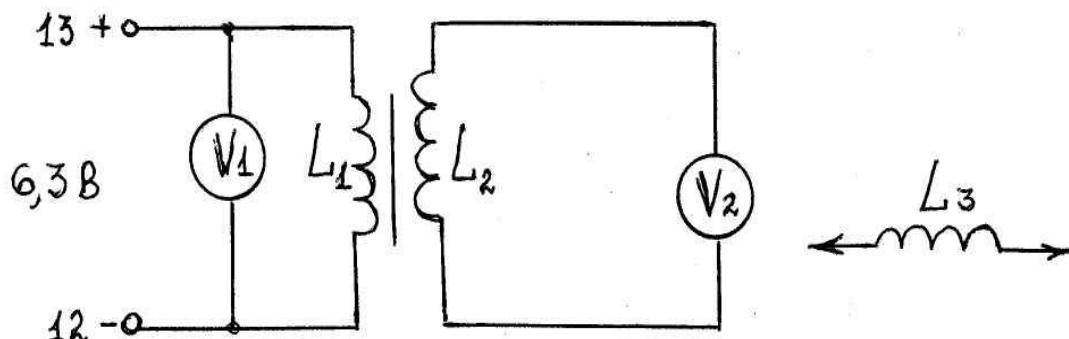
Исходные данные:

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

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

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.10/42

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		0.5	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 $K_{тр,1} = U_2/U_1$; $K_{тр,2} = U_3/U_1$ при $U_1 = 1.5$ В

Выводы и предложения по работе:

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

Содержание отчета:

1. Цель работы
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.

Лабораторное занятие № 3. Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью*Цель работы:*

* Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.

* Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».

* Приобретение практических навыков исследования цепей однофазного переменного тока и влияния индуктивности на режимы работы цепи.

* Привитие интереса к избранной специальности.

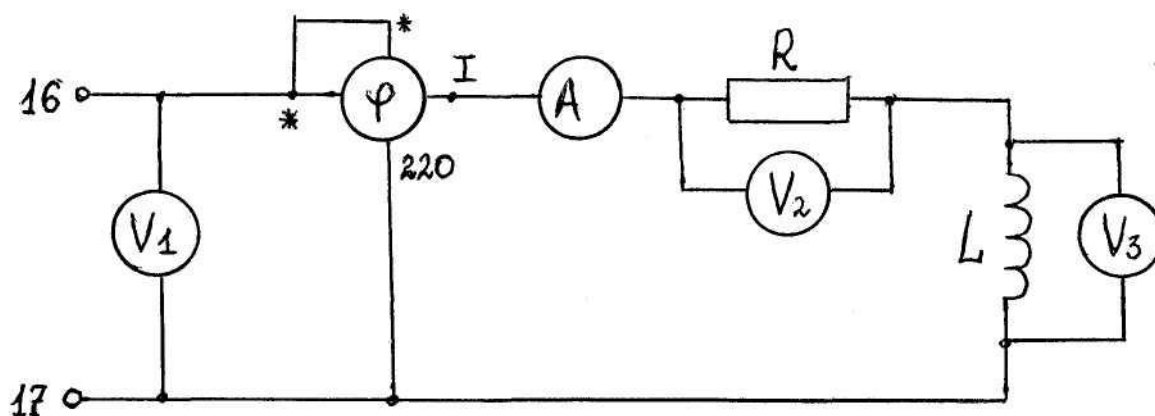
Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59	2А	А
	Ц4311	3А	
	Э-514	5А	
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	2340 витков		R_k, L_k
индуктивности			$R_k = 30 \text{ Ом}$

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 | L |
| ($f=50$ Гц) | |
| Полное сопротивление цепи | Z |
| Активное напряжение | U_a |
| 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.

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.15/42

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».
6. Как определить коэффициент мощности $\cos \varphi$ для цепи с «R и L».

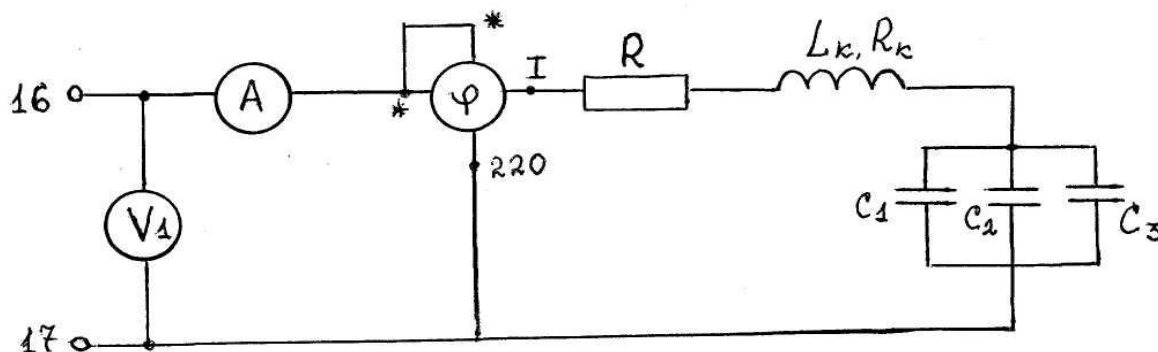
Лабораторное занятие № 4. Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью*Цель работы:*

- * Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».
- * Приобретение практических навыков исследования цепей однофазного переменного тока в различных режимах работы, а также умений строить векторные диаграммы.
- * 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. Ознакомьтесь с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести полностью сердечник в катушку.
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_R , коэффициента мощности $\cos \varphi$, угла сдвига фаз φ .

Данные измерений занести в таблицу 1

Таблица 1

Режим работы цепи	$I, \text{ A}$	$U, \text{ B}$	$U_R, \text{ B}$	$U_k, \text{ B}$	$U_c, \text{ B}$	$\cos \varphi$	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
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 «RLC»?

2. От чего зависит знак угла сдвига фаз между током и напряжением в цепи «RLC»?

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

4. Как определяется активная, реактивная и полная мощности в данной цепи?

Лабораторная работа № 5. Исследование резонанса напряжений

Цель работы:

* Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.

* Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».

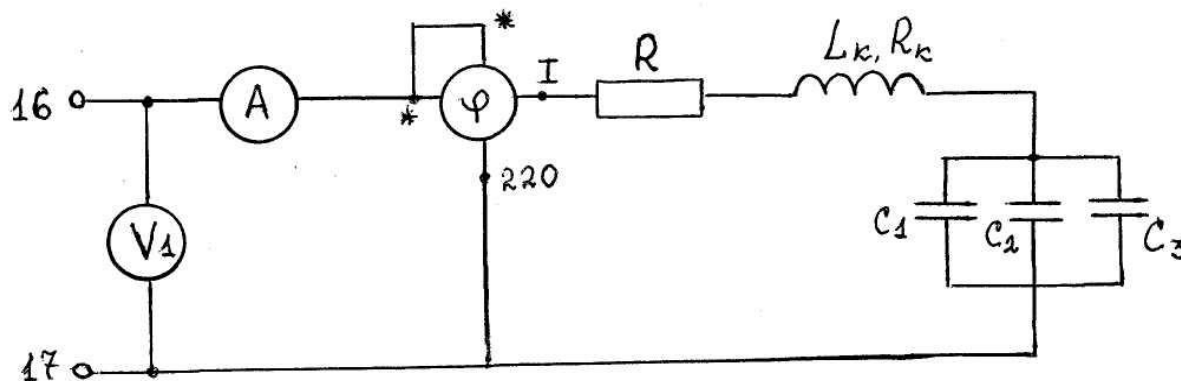
* Приобретение практических навыков исследования цепей однофазного переменного тока в различных режимах работы, а также умений строить векторные диаграммы.

* Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59	2А	А
	Ц 4311	3А	
	Э 514	5А	
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		2340 витков	
индуктивности		R _к =30 Ом	
8. Конденсаторы	МБГП	2 мкФ±10%	
		10 мкф±10%	
		20 мкф±10%	

Электрическая схема:

M

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 $\cos \varphi = 1$).
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 $\cos \varphi$, угла сдвига фаз φ . Данные измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1

Режимы работы цепи	I	U	U_p	U_k	U_c	$\cos \varphi$	
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	$R = R_p + R_k, R_k = 30 \text{ Ом}$
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 и какой оно имеет характер?
4. Какой сдвиг по фазе между током и напряжением в цепи «RLC» при резонансе? Покажите это на векторной диаграмме.
5. Почему резонанс в последовательной цепи «RLC» называют резонансом напряжений?

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.22/42

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

Лабораторное занятие № 6. Исследование разветвленной цепи переменного тока*Цель работы:*

* Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.

* Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».

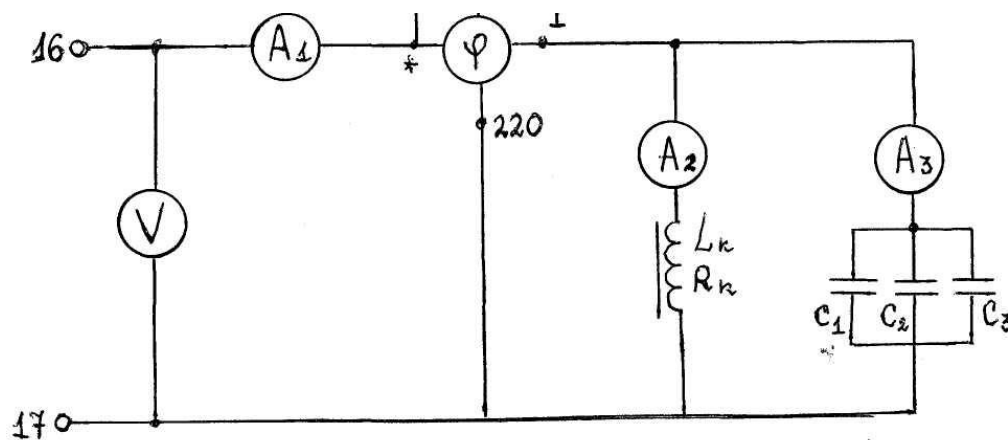
* Приобретение практических навыков исследования разветвленной цепи однофазного переменного тока в различных режимах работы, а также умений строить векторные диаграммы.

* 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:

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.24/42

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
 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 токов $\cos \varphi = 1$.
- 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
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?

1.5 Трехфазные электрические цепи**Лабораторное занятие № 7. Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой»***Цель работы:*

- * Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Трехфазные электрические цепи», «Электрические измерения».
- * Приобретение практических навыков и умений исследования цепи трехфазного тока при соединении «звездой» в различных режимах работы.
- * Приобретение навыков проверки соотношений фазных и линейных напряжений.
- *Привитие интереса к избранной специальности.

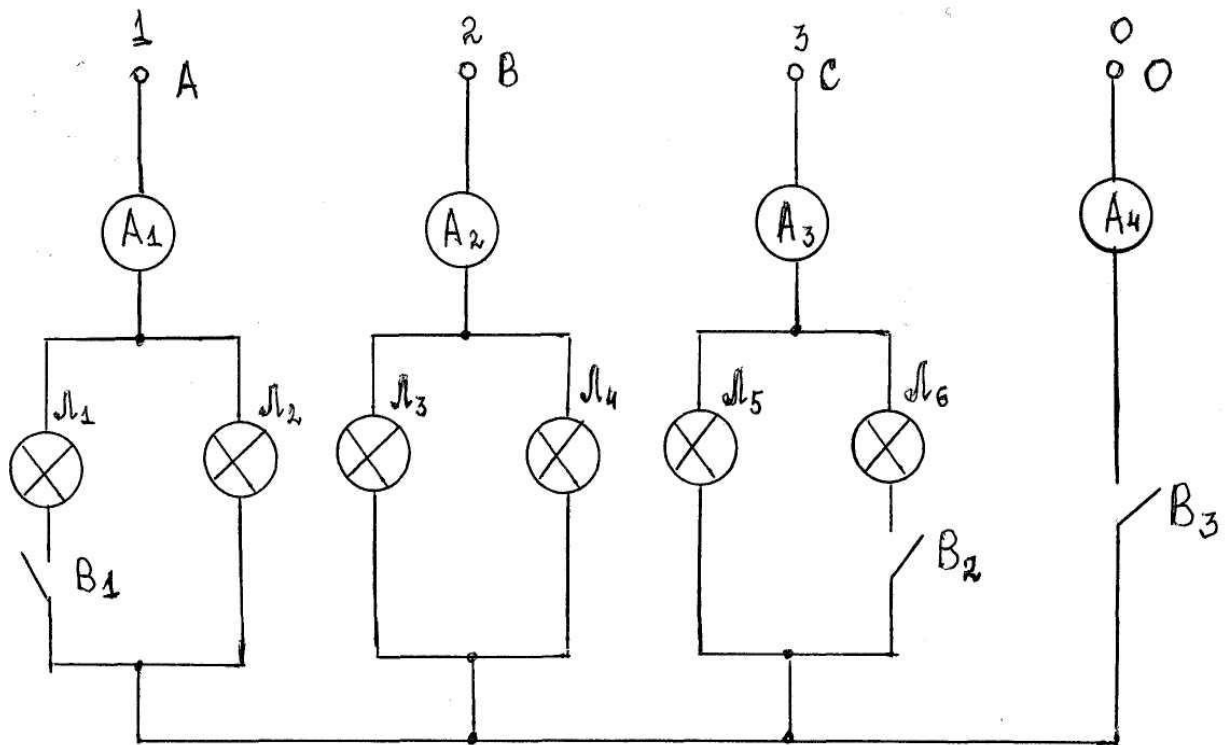
МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.27/42

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 В₁ или В₂ (или оба тумблера). При неравномерной нагрузке измерить фазные и линейные напряжения, фазные токи, ток нулевого провода.

5. Отключить нулевой провод с помощью тумблера В₃. 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 _o
Равномерная нагрузка										
Неравномерная нагрузка										
Обрыв «О»										

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

в) 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?

Лабораторное занятие № 8. Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «треугольником»

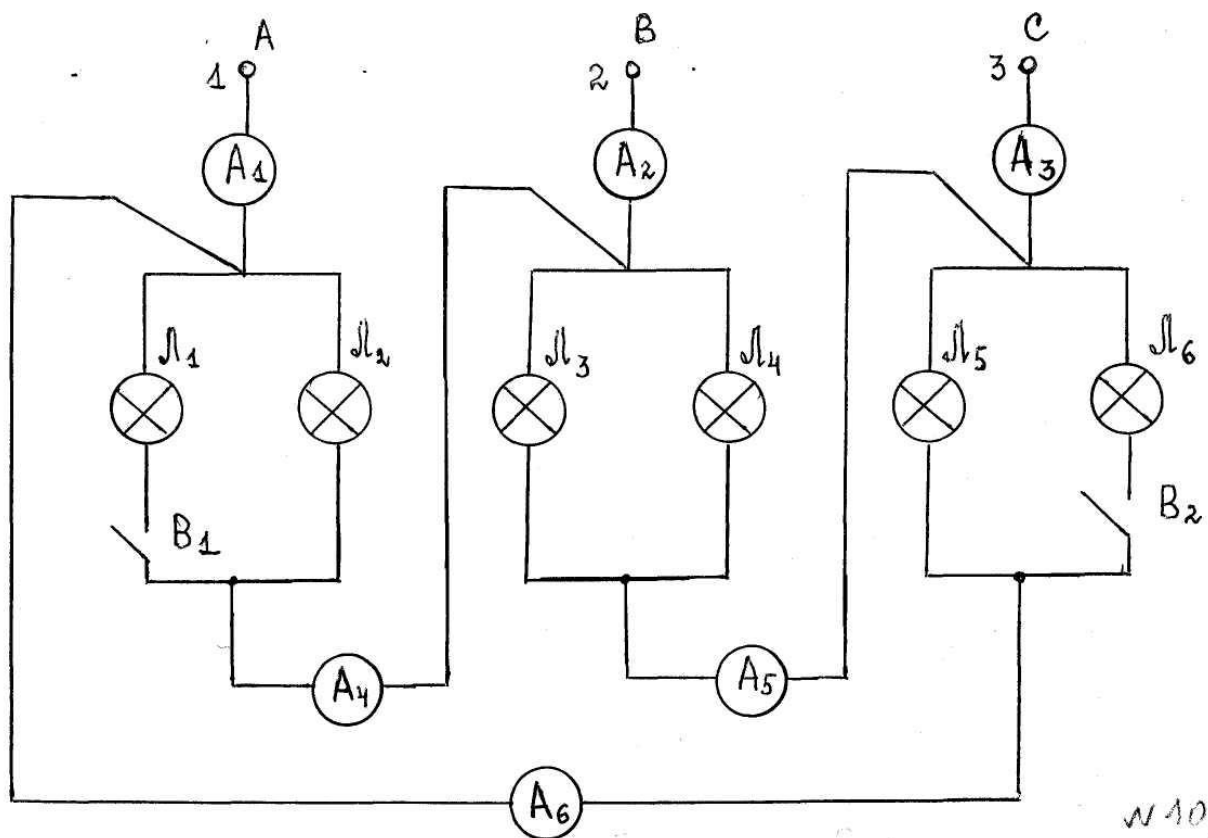
Цель работы:

- * Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Трехфазные электрические цепи», «Электрические измерения».
- * Приобретение практических навыков и умений исследования цепи трехфазного тока при соединении «треугольником» в различных режимах работы.
- * Приобретение навыков проверки соотношений фазных и линейных напряжений.
- *Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

- | | | |
|---------------------------|---------------------|--|
| 1. Амперметр | Э514 | А ₁ , А ₂ , А ₃ |
| 2. Амперметр | Ц4311 | А ₄ , А ₅ , А ₆ |
| 3. Вольтметр | Э59 | 150-300А |
| 4. Лампы накаливания | БК 40Вт, 60Вт, 220В | |
| 5. 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 фаз измерить фазное напряжение, фазные и линейные токи. Данные замеров занести в таблицу 1.
4. По данным измерений вычислить:
 - а) сопротивление фаз приемника R_{AB}, R_{BC}, R_{CA} ;
 - б) мощность приемника и всей цепи $P_{AB}, P_{BC}, P_{CA}, P$;
 - в) в масштабе построить векторную диаграмму напряжения, фазных и линейных токов (для 1 и 2 замеров).
5. Выключателями изменить сопротивление фаз (неравномерная нагрузка) и выполнить измерения и расчеты п.п. 3 и 4.
6. Отключить провод (линейный А – обрыв линейного провода) и выполнить измерения п.3.

Пояснения: Построение векторных диаграмм обосновывается на:

- а) U_{ϕ} и I_{ϕ} совпадают по фазе, т.к. лампы – нагрузка активная;
- б) U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} – сдвинуты по фазе относительно друг друга на 120° ;

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

Таблица 1

Порядок замера	U'_{AB}	U'_{BC}	U'_{CA}	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	I_A	I_B	I_C
	В	В	В	А	А	А	А	А	А
Равномерные нагрузки									
Неравномерные нагрузки									
Обрыв линейного провода при неравномерной нагрузке									

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы высказать свои соображения об особенностях соединения «треугольником» и об аварийном режиме работы 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. Какое соединение фаз называется «треугольником»?
2. В каком соотношении фазные и линейные токи, фазные и линейные напряжения при соединении «треугольником»?
3. Как сдвинуты по фазе напряжения в фазах А, В, С?
4. Какие аварийные режимы возможны при соединении «треугольником»? В чем их суть?

1.6 Электрические измерения

Лабораторное занятие № 9. Поверка амперметра и вольтметра

Цель работы:

* Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.

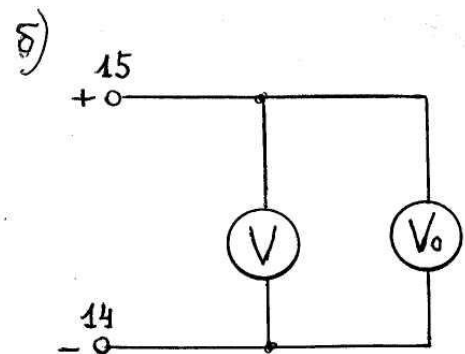
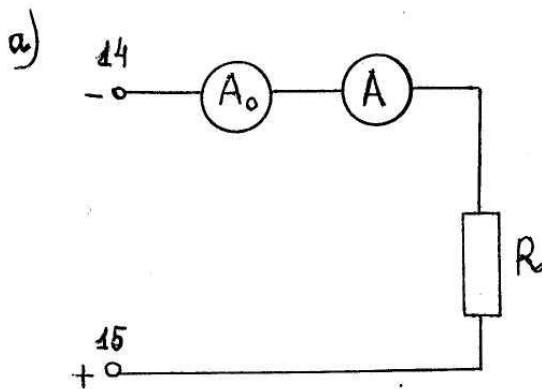
* Приобретение навыков и умений производить поверку электроизмерительных приборов и определять их соответствие своему классу точности.

- * Закрепление теоретических знаний по теме «Электрические измерения»
- * Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр (образцовый)	М 1104	3А	А _о
2. Амперметр (поверяемый)	М 367	3А	А кл. точн. 1,5
3. Вольтметр (образцовый)	Э 59	60 В	V _о
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 проверки амперметра.
3. Выставляя на поверяемом амперметре значения I изм. = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2А, снять значения 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 проверки вольтметра

7. Выставляя на поверяемом вольтметре значения $U_{изм.} = 0; 10; 20; 30; 40; 50 В.$, снять значения $U_{действ.}$.

8. По данным замеров определить $\Delta U, \Delta U\%, \Delta U_{мах}, U_{прив}\%$.

9. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 2

Таблица 2

$U_{изм.}$	$U_{действ.}$	ΔU	$\Delta U\%$	$U_{прив}\%$
$0 \div 50 В$				

10. По результатам расчетов построить графики зависимости

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

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?
2. Как определить абсолютную погрешность? Относительную погрешность? Приведенную погрешность?
3. Какие классы точности имеют электроизмерительные приборы? 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?

МО-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.35/42

2 ЭЛЕКТРОНИКА

2.1 Полупроводниковые приборы

Лабораторное занятие № 10 Исследование полупроводниковых диодов

Цель работы:

* Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.

* Закрепление теоретических знаний по теме «Полупроводниковые приборы».

* Приобретение навыков и умений исследовать полупроводниковые приборы в различных режимах работы.

* Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные и материалы:

Лабораторный стенд 87Л-01

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием лабораторного стола.
2. Снять прямую и обратную ветви вольтамперной характеристики выпрямительного диода (Д 9Б, КД 103А)

Данные измерений занести в таблицу 1

Таблица 1

а)

Uпр, В	о
Iпр, mA	о

б)

Uобр., В	о
Iобр, mA	о

3. Снять обратную ветвь вольтамперной характеристики стабилитрона (КС168В, КС 182А).

Данные измерений занести (в таблицу 1б)

4. По данным таблицы 1 для пунктов 2, 3 построить графики.

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы сделать выводы об основных свойствах выпрямительного диода и стабилитрона, отметив их применение.

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 представляет собой полупроводниковый диод?
2. В чем основное свойство выпрямительных диодов?
3. Для каких целей служат стабилитроны? В каком режиме работают?
4. Изобразить вольтамперную характеристику полупроводникового диода, пояснить её.
5. Как стабилитроны включают в схему?
6. Назвать и показать условное графическое обозначение на схемах разных типов диодов.

2.3 Выпрямительные устройства**Лабораторное занятие № 11. Исследование схем выпрямления***Цель работы:*

- * Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Выпрямительные устройства», «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 ;
 - г) зарисовать осциллограмму входного напряжения U_2 , для чего подключить осциллограф к вторичной обмотке трансформатора. Сравнить формы 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 выпрямителей

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.

Лабораторное занятие № 12. Исследование сглаживающих фильтров

Цель работы:

- * Формирование компетенций ОК 01. – ОК 07., ОК 09. и ПК 1.1 - ПК 1.5, ПК 2.1 - ПК 2.3, ПК 3.1 - 3.3.
- * Закрепление теоретических знаний по темам «Выпрямительные устройства», «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 наблюдать 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
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?

Правила техники безопасности при проведении лабораторных занятий

1. Перед выполнением лабораторных занятий обучающийся 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 лабораторных занятий категорически запрещается хождение по лаборатории.
7. Обучающийся, 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-26 02 05-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С.42/42

Используемые источники литературы

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	<p>Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы [Электронный ресурс] : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. - Москва : Юрайт, 2022. - 291 on-line. - (Профессиональное образование).-</p> <p>Аполлонский, С. М. Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. - Москва : КноРус, 2022. - on-line. - (Среднее проф. образование).</p> <p>Аполлонский, С. М. Электротехника : практикум / С. М. Аполлонский. - Москва : КноРус, 2022. - on-line. - (Среднее проф. образование).</p> <p>Мартынова, И. О. Электротехника [Электронный ресурс] : учебник / И. О. Мартынова. - М. : КНОРУС, 2022</p>
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения лабораторных и самостоятельных работ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Синдеев Ю.Г. «Электротехника с основами электроники», Ростов-на-Дону, Феникс, 2011 2. Катаенко Ю.К. «Электротехника» М., Академцентр, 2010 3. Гальперин М.В. «Электротехника и электроника». М., Форум, 2010 4. Москатов Е.А. «Основы электронной техники», Ростов-на-Дону, «Феникс», 2010 5. Ванюшин М.Б. «Курс по электротехнике с основами электроники», М., «Электрокласс», 2011 6. «Промышленные аккумуляторы». Каталог Р. Int., www.power. ru 7. Морозова Н.Ю. «Электротехника и электроника». М., Академия, 2009 8. Ярочкина Г.В., Володарская А.А. «Электротехника. Рабочая тетрадь», М., Академия, 2009 9. Прошин В.М. «Лабораторно-практические работы по электротехнике», М., Академия, 2009
Электронные образовательные ресурсы	<ol style="list-style-type: none"> 1. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 2. ЭБС « ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru 3. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 4. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru