

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.19
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника и электроника

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)
Безопасность технологических процессов и производств

Форма обучения: заочная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	6	6
Практические	6	6
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	16,35	16,35
Самостоятельная работа	227	227
Контроль	8,65	8,65
Итого	252	252

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель, Шлыков С.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

старший преподаватель, Шаврина Н.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» декабря 2027 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель департамента бакалавриата ИИиЭБ

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование представлений о современных способах получения электрической энергии, её эффективном использовании в различных областях техники и технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Высшая математика, Физика.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Электробезопасность, Безопасная эксплуатация объектов энергетики.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.7 Применяет современные способы получения электрической энергии, ее эффективно использует в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Знать: основные термины и определения дисциплины; законы электрических и магнитных цепей; принципы работы трансформаторов и электрических машин; основы электроники.
		Уметь: работать с информацией из различных источников в области электротехники и электроники; правильно выбирать необходимые электротехнические и электронные устройства, применительно к конкретной задаче.
		Владеть: навыками расчета простых электрических и магнитных цепей; использования измерительной техники в эксперименте.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока	Лек.	1.1. Обзорная лекция по разделу 1. Разбивка материала по темам. Организационные вопросы обучения в учебном курсе.	5	2	-	
	Пр.	1.2. Анализ линейных электрических цепей постоянного и синусоидального тока. Решение ситуационных задач.	5	2	-	Комплект типовых задач по практике
	Лаб.	1.3. Исследование двухпроводной линии передачи электрической энергии. Исследование последовательного соединения $R-L-C$ электрической цепи переменного тока.	5	2	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Ср.	1.4. Оформление отчета по лабораторной работе №1.	5	5	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Ср.	1.5. Изучение теоретического материала по темам электронного учебника или конспекта лекций ЭБС.	5	76	-	
Раздел 2. Магнитные цепи. Основное электротехническое оборудование.	Лек.	2.1. Обзорная лекция по разделам 2 и 3. Разбивка материала по темам.	5	2	-	
	Пр.	2.2. Анализ магнитных цепей. Определение основных характеристик электрических машин. Решение ситуационных задач.	5	2	-	Комплект типовых задач по практике
	Лаб.	2.3. Исследование однофазного трансформатора.	5	2	-	Отчет по лабораторной работе №2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Маркировка зажимов трехфазного асинхронного двигателя.				
	Ср.	2.4. Оформление отчета по лабораторной работе №2.	5	5	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Ср.	2.5. Изучение теоретического материала по темам электронного учебника или конспекта лекций ЭБС.	5	76	-	
Раздел 3. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Основы электроники.	Пр.	3.1. Анализ нелинейных электрических цепей. Определение основных параметров электронных цепей. Решение ситуационных задач.	5	2	-	Комплект типовых задач по практике
	Лаб.	3.2. Исследование однофазных неуправляемых выпрямителей. Исследование работы параметрического стабилизатора	5	2	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Ср.	3.3. Оформление отчета по лабораторной работе №3.	5	5	-	Отчет по лабораторной работе №3
	Ср.	3.4. Изучение теоретического материала по темам электронного учебника или конспекта лекций ЭБС.	5	75	-	
Все разделы	Ср.	Контроль. Подготовка к промежуточной аттестации по учебному курсу.	5	8,65	-	
Все разделы	ПА	Сдача экзамена по учебному курсу «Электротехника и электроника»	5	0,35		Вопросы к экзамену
Итого:				252		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Практическая работа. Лабораторная работа. Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Технология	Формы и методы обучения	
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного студенту в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания при подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются темы и связанные с ними теоретические и практические вопросы анализа электрических и магнитных цепей; конструкция, принцип работы и область применения основного электротехнического оборудования; принципы функционирования электронных устройств (выпрямителей, усилителей и источников питания); даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим и лабораторным занятиям. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому отдельное изучение разделов электронного учебника не позволяют разобраться в последующих темах учебного курса. Обучающимся необходимо: перед каждым последующим изучением темы электронного учебника вспомнить сущность метода расчета и алгоритм решения задач; воспользоваться, при необходимости, списком рекомендованной литературы. При затруднениях в восприятии теоретического материала следует обратиться к конкретной теме электронного учебника, к источникам в электронных библиотечных системах или задать вопросы преподавателю на аудиторных занятиях.

6.3. Методические указания при подготовке к практическим занятиям.

В ходе проведения практических занятий углубляются и закрепляются знания, умения и навыки обучающихся по методам расчета линейных электрических цепей постоянного и переменного токов; нелинейных и магнитных цепей, а также электронных схем. На практических занятиях развиваются навыки использования в расчетах электрических цепей пакетов прикладных математических программ, а также навыки создания компьютерных моделей. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по электронному учебнику или конспекту лекций ЭБС;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- подготовить список неясных вопросов по теоретической части учебного курса.

6.4. Методические указания при подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе проведения виртуальных лабораторных занятий происходит углубление обучающимися понимания процессов, происходящих в электрических цепях постоянного и переменного токов; приобретаются умения и навыки физического исследования электрических и магнитных цепей в установившемся режиме; обучающиеся приобретают навыки диагностики и отыскания неисправности в электрических и магнитных цепях, а также при обработке экспериментальных данных. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по электронному учебнику или конспекту лекций ЭБС;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- выполнить индивидуальное домашнее задание, согласно методическому пособию по лабораторным работам учебного курса.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по электронному учебнику или конспекту лекций ЭБС, учебным пособиям с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой учебного курса осуществляется в ходе лабораторных и практических занятий, а также при выполнении самостоятельной работы (вопросы к электронному учебнику, решение практических задач, отчет по лабораторной работе, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

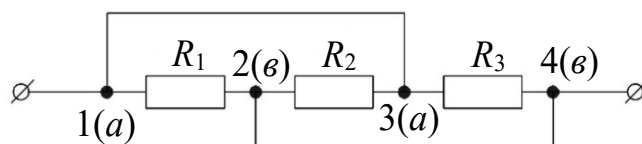
Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-1	Комплект типовых задач по практике Отчеты по лабораторным работам № 1-3. Вопросы к экзамену № 1-60

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

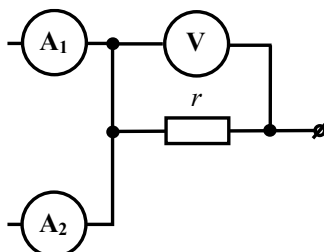
7.2.1. Комплект типовых задач по практике

Тема «. Анализ линейных цепей постоянного тока»

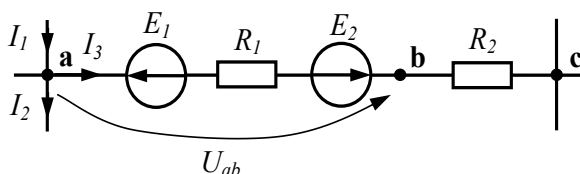
1. Определить величину эквивалентного сопротивления цепи $R_{экв}$, если $R_1 = R_2 = R_3 = 12 \text{ Ом}$.



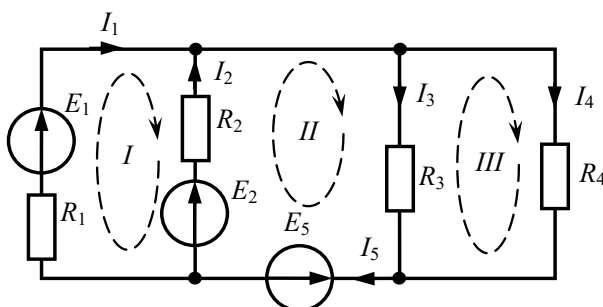
2. В электрической цепи постоянного тока показания амперметров и вольтметра соответственно равны $I_{A1} = 6 \text{ A}$, $I_{A2} = 12 \text{ A}$, $U_V = 54 \text{ В}$. Определите величину сопротивления резистора r [Ом].



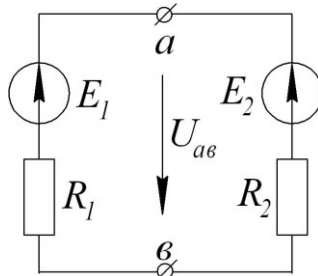
3. Определить напряжение U_{ab} , если $E_1 = 10 \text{ В}$, $E_2 = 5 \text{ В}$, $I_1 = 5 \text{ А}$, $I_2 = 2 \text{ А}$, $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$.



4. Для независимых контуров «I», «II», «III», составьте уравнения по II закону Кирхгофа



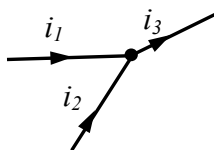
5. Определить напряжение между точками a и $б$, указать в каких режимах работают источники ЭДС, если $E_1 = 60 \text{ В}$, $E_2 = 10 \text{ В}$, $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$.



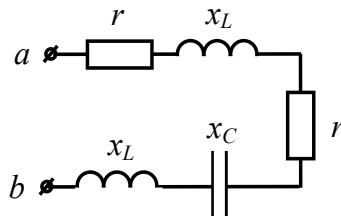
Тема «Анализ цепей синусоидального тока»

1. Получить выражения мгновенных значений тока и напряжения, а также найти их действующие значения, если ток и напряжение изменяются по синусоидальному закону с частотой f , амплитуды тока и напряжения I_m , U_m , начальные фазы тока и напряжения ψ_i , ψ_u .

2. Запишите закон изменения тока $i_3(t)$, если $i_1 = 10 \cdot \sin(\omega t + 145^\circ)$, $i_2 = 5 \cdot \sin(\omega t - 35^\circ)$.



3. Определите модуль полного сопротивления цепи, если $r = 4 \text{ Ом}$, $x_L = 4 \text{ Ом}$, $x_C = 2 \text{ Ом}$. Качественно постройте векторную диаграмму.

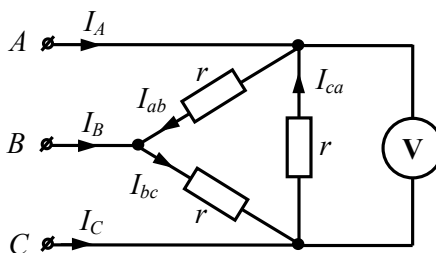


4. Записать в алгебраической и показательной формах выражение для полного комплексного сопротивления индуктивной катушки с параметрами $r_K = 3 \text{ Ом}$, $L = 12,7 \text{ мГн}$, $f = 50 \text{ Гц}$. Построить на комплексной плоскости треугольник сопротивлений.

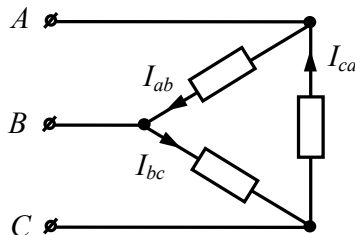
5. В сеть напряжением 220В и частотой 50 Гц включены последовательно катушка с активным сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ и индуктивностью 159 мГн, а также батарея конденсаторов. Определить емкость батареи, при которой в цепи установится резонанс напряжений. Найти ток в цепи и напряжения на индуктивном и емкостном элементах.

Тема «Электрические цепи трехфазного синусоидального тока»

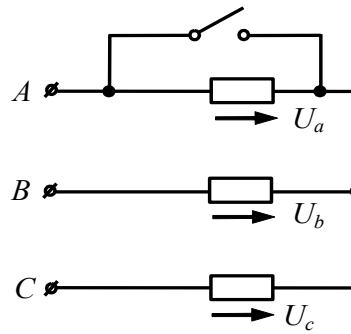
1. Вольтметр показывает 380 В, $r = 10 \text{ Ом}$. Определите фазные и линейные токи при условии, что провод А оборван.



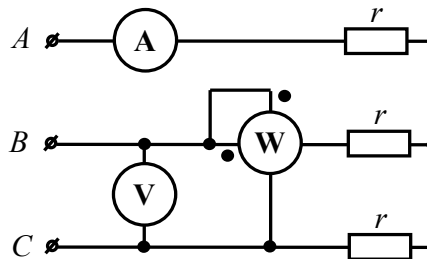
2. Фазные токи симметричного трехфазного потребителя равны $I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = 12 \text{ А}$.
 А. Какими будут фазные и линейные токи в случае, если
 - фаза «bc» оборвана;
 - линейный провод «С» оборван?



3. В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 75 \text{ В}$. Если сопротивление фазы «а» закорочено, то фазные напряжения приемников равны ... В.

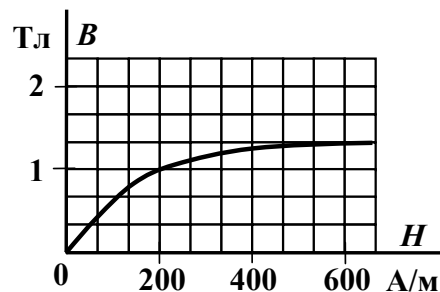
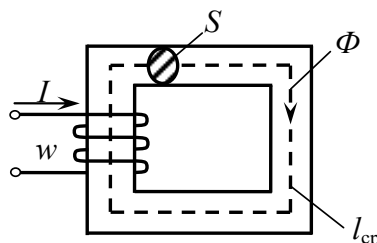


4. В симметричной трехфазной цепи, показания приборов вольтметра и амперметра соответственно равны $U_V = \frac{80}{\sqrt{3}}$ В, $I_A = 5$ А. Построить векторную диаграмму токов и напряжений и определить показания ваттметра равны ... Вт.



Тема «Магнитные цепи. Трансформаторы и электрические машины»

1. Если величина МДС $F = 200$ А, длина средней линии $l_{cp} = 1$ м, площадь поперечного сечения $S = 1 \cdot 10^{-2}$ м² магнитопровода и дана основная кривая намагничивания материала сердечника, то магнитный поток Φ составит...



2. Мощность потерь в меди однофазного трансформатора при номинальном токе первичной обмотки $I_{1н} = 10$ А равна 200 Вт. Если при нагруженном трансформаторе ток $I_1 = 9$ А, то мощность потерь в меди равна ... Вт.

3. Первичная обмотка трансформатора подключена к сети переменного напряжения $U_1 = 222$ В, частотой $f = 50$ Гц. Магнитный поток в магнитопроводе $\Phi_m = 2 \cdot 10^{-3}$ Вб. Число витков первичной обмотки трансформатора w_1 равно ... витков.

Тема «Электрические машины»

1. Напряжение на зажимах генератора постоянного тока с параллельным возбуждением U (В), сопротивление всей цепи якоря $R_{\text{я}}$ (Ом), величина тока в якоре $I_{\text{я}}$ (А). Величина ЭДС генератора равна ... В.

2. Напряжение на зажимах генератора постоянного тока с параллельным возбуждением $U = 230$ В, сопротивление параллельной обмотки возбуждения $R_{\text{е}} = 115$ Ом, сопротивление цепи нагрузки $R_{\text{нагр}} = 2,3$ Ом. Величина тока в якоре генератора $I_{\text{я}}$ равна ... А.

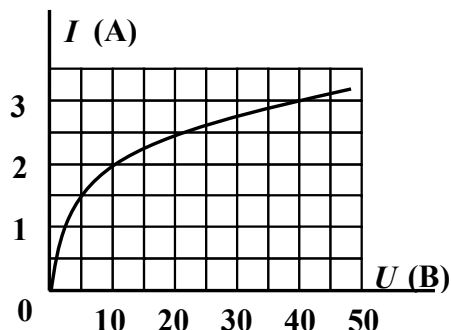
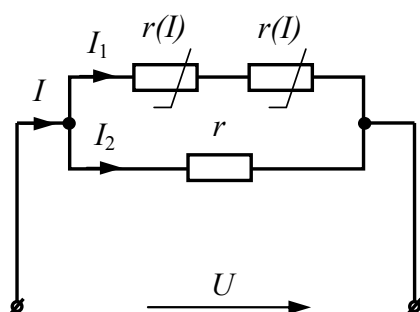
3. Номинальные параметры двигателя постоянного тока параллельного возбуждения: номинальный ток $I_{ном} = 100$ А, сопротивление якоря $R_{я} = 0,1$ Ом, напряжение сети $U = 165$ В. Если пусковой ток не должен превышать $1,5I_{ном}$, то величина сопротивления пускового реостата равна ... Ом.

4. Номинальные параметры двигателя постоянного тока параллельного возбуждения: полезная мощность на валу $P_{2ном} = 8,5$ кВт, номинальный ток $I_{ном} = 50$ А, номинальное напряжение $U = 200$ В. КПД двигателя в номинальном режиме равно ... %.

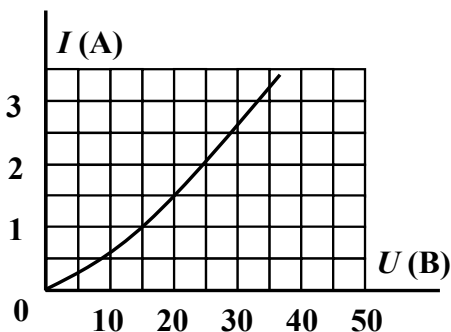
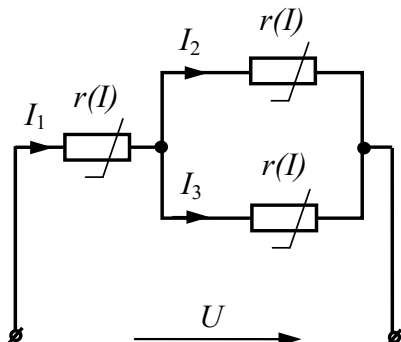
5. Определить мощность, потребляемую трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором, а также суммарную мощность всех потерь. Номинальные параметры двигателя: полезная мощность на валу $P_2 = 30$ кВт, $\eta = 88$ %.

Тема «Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Основы электроники»

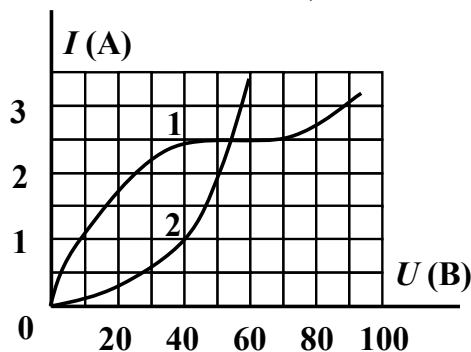
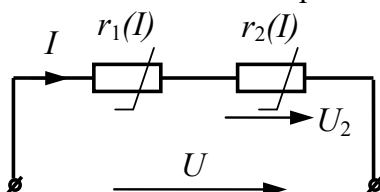
1. Определить I_1 , если $U = 20$ В.



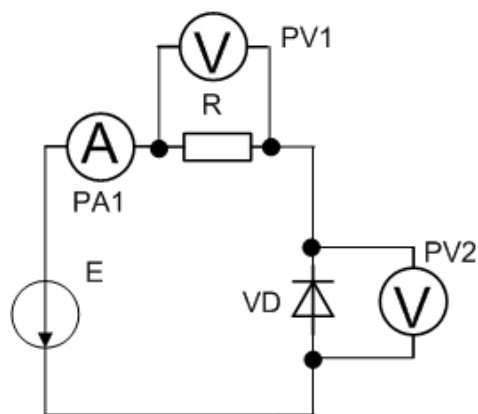
2. В нелинейной электрической цепи постоянного тока $U_3 = 15$ В. Статическое $R_{экв}$ равно ...



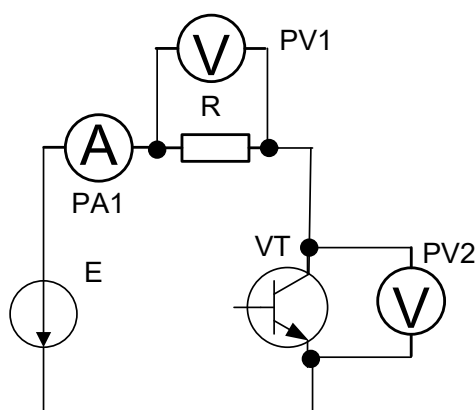
3. В нелинейной электрической цепи постоянного тока $I = 1$ А, тогда $U \dots$ В.



4. Если $R = 10$ Ом, $E = 10$ В, VD – идеальный диод, то амперметр $PA1$ покажет значение тока равное ... А



5. Если $R = 10 \text{ Ом}$, VT – закрыт (идеальный транзистор), $E = 105 \text{ В}$, то вольтметр $PV2$ покажет напряжение равное ...В



Краткое описание и регламент выполнения

Типовые задачи, позволяют оценить и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.

Каждый вариант для контрольного занятия составлен из типовых задач определенной темы, что позволяет оценивать усвоение студентами учебного материала темы. Испытание проводится в письменной форме и на решение заданного варианта отводится 1,5 часа аудиторного времени. Предложенный вариант по каждой из тем содержит определенное количество задач.

Критерии оценки:

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно решены более 70% предложенных ему задач;
- «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не справился с решением 70% предложенные ему задачи.

7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Исследование двухпроводной линии передачи электрической энергии. Исследование последовательного соединения $R-L-C$ электрической цепи переменного тока»

Форма отчета по лабораторной работе №1.1

Цель работы – изучение экспериментальных и расчетных методов анализа режимов работы двухпроводной линии передачи электрической энергии постоянного тока.

Программа работы

1. Выполнить задание на подготовку к лабораторной работе.
2. Исследовать режимы холостого хода и короткого замыкания линии передачи постоянного тока.
3. Исследовать режимы работы линии с различной нагрузкой. Определить условие передачи максимальной мощности в нагрузку (согласованный режим) и условие при котором КПД линии 0,9 – 0,95.

Описание лабораторной установки

В работе исследуется модель линии передачи электрической энергии постоянного тока, состоящая из двух резисторов, сопротивления которых равны $0,5 R_{\text{Л}}$, и регулируемого источника ЭДС (рис.1). Источник подключается к входным зажимам линии 1 и 1', а к выходным зажимам 2 и 2' - регулируемое сопротивление нагрузки $R_{\text{Н}}$. С помощью ключей $S1$ и $S2$ устанавливаются различные режимы работы линии. Напряжение и ток линии контролируются универсальным цифровым прибором VA источника. Напряжение на нагрузке измеряется вольтметром $PV2$.

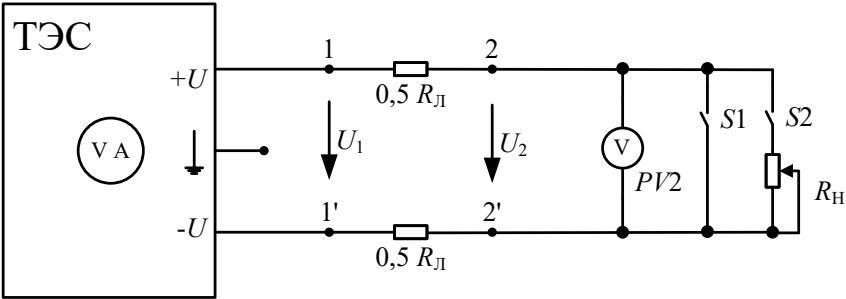


Рис.1 – Схема лабораторной установки.

Результаты экспериментальных исследований

1. Экспериментальные данные

Таблица 1 – Результаты эксперимента

	I	U_2	$R_{\text{Н}}$	P_2	ΔP	η	Режим
	А	В	Ом	Вт	Вт	%	
$I = 0$							
$I = 0,1 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,2 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,3 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,4 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,5 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,6 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,7 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,8 I_{\text{к.з.}}$							
$I = 0,9 I_{\text{к.з.}}$							
$I = I_{\text{к.з.}}(\text{max})$							

2. Обработка экспериментальных данных

Расчетные формулы:

$$R_{\text{Н}} = \frac{U_2}{I}, \quad P_2 = U_2 \cdot I, \quad \Delta P = I^2 \cdot R_{\text{Л}}, \quad \eta \% = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\% \cdot$$

.....

3. Графики экспериментальных зависимостей

Форма отчета по лабораторной работе №1.2

Цель работы – изучение экспериментальных и расчётных методов анализа R - L - C цепи переменного тока.

Программа работы

1. Выполнить задание на подготовку к лабораторной работе.
2. Исследовать электрическую цепь, состоящую из последовательного соединения конденсатора и линейной катушки индуктивности при различных значениях ёмкости конденсатора.
3. Определить условие резонанса напряжений.

Описание лабораторной установки

Электрическая схема лабораторной установки приведена на рис. 2.

В работе исследуются две электрические цепи, состоящие из последовательного соединения конденсатора C и реальной катушки индуктивности. Схема замещения реальной катушки индуктивности состоит из идеальной индуктивности L_K и активного сопротивления R_K . Соответствующие измерительные приборы служат для измерения падений напряжений на участках последовательной цепи и токов в параллельных ветвях. Исследуемая цепь подключается к выходным зажимам комплекта измерительных приборов К-505. Напряжение, подаваемое на исследуемую электрическую цепь, регулируется с помощью лабораторного автотрансформатора Т, входные зажимы которого подключаются к автоматическому выключателю QF (рис. 2).

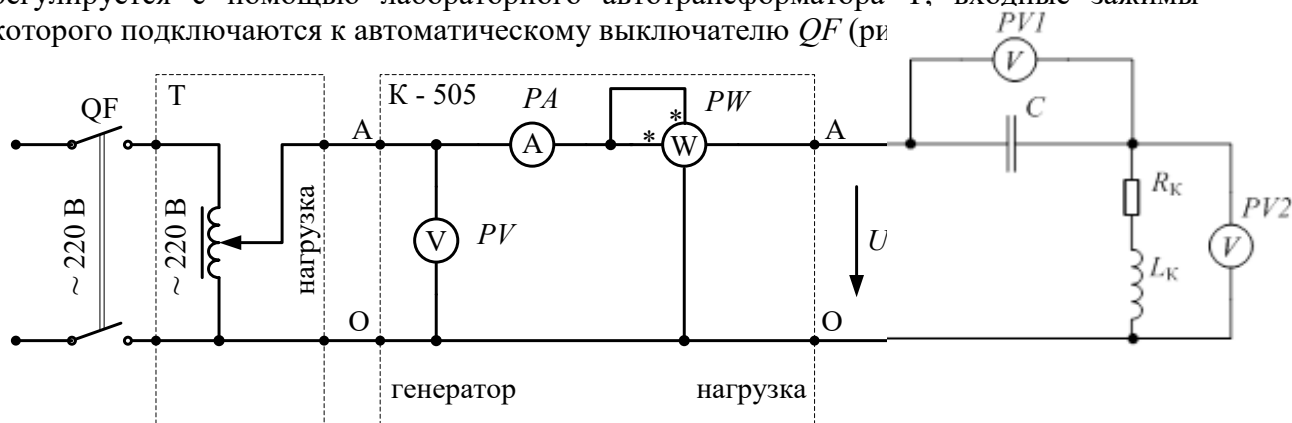


Рис. 2 – Электрическая схема лабораторной установки

Результаты экспериментальных исследований

1. Экспериментальные данные

Таблица 1 – Экспериментальные и расчетные данные последовательной R - L - C

цепи

Опытные данные						Расчётные данные				
C	U	I	P	U_1	U_2	Q	S	$\cos \varphi$	φ	φ из диаграммы
мкФ	В	А	Вт	В	В	вар	Вт		град	град
20										
40										

2. Обработка экспериментальных данных:

Условие резонанса напряжений для схемы (рис.2)

$$x_C = x_K, \text{ т.е. } \operatorname{Im}(\underline{Z}_{\text{вх}}) = 0.$$

Расчетные формулы:

$$z_K = \frac{U_2}{I}, R_K = \frac{P}{I^2}, x_K = \sqrt{z_K^2 - R_K^2}, L_K = \frac{x_K}{\omega}, \omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{U \cdot I}, U_{ак} = I \cdot R_K, U_{рк} = I \cdot x_K, Q = \frac{U_1}{U}$$

.....

3. Векторные диаграммы напряжений, построенные методом засечек для последовательной и параллельной цепи

.....

4. Величина емкости ближе к резонансному значению емкости при последовательном и параллельном соединении реактивных элементов равна

5. Величина ёмкости, при которой в последовательной цепи наступит резонанс?

Выводы по работе:

Лабораторная работа №2 «Исследование однофазного трансформатора. Маркировка зажимов трехфазного асинхронного двигателя»

Форма отчета по лабораторной работе №2.1

Цель работы – изучение экспериментальных и расчётных методов анализа режимов работы однофазного трансформатора.

Программа работы

1. Выполнить задание на подготовку к лабораторной работе.
2. Исследовать режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
3. Исследовать режимы с различной нагрузкой трансформатора.

Описание лабораторной установки

Исследуемый трансформатор $T2$ подключается к выходным зажимам комплекта измерительных приборов К – 505 (рис. 1). Напряжение, подаваемое на исследуемый трансформатор, регулируется с помощью лабораторного автотрансформатора $T1$, входные зажимы которого подключаются к автоматическому выключателю QF . Исследуемый режим работы трансформатора определяется сопротивлением нагрузки R_H . Вольтметр $PV3$ подключается к входным зажимам трансформатора только в опыте короткого замыкания, который проводится при пониженном входном напряжении.

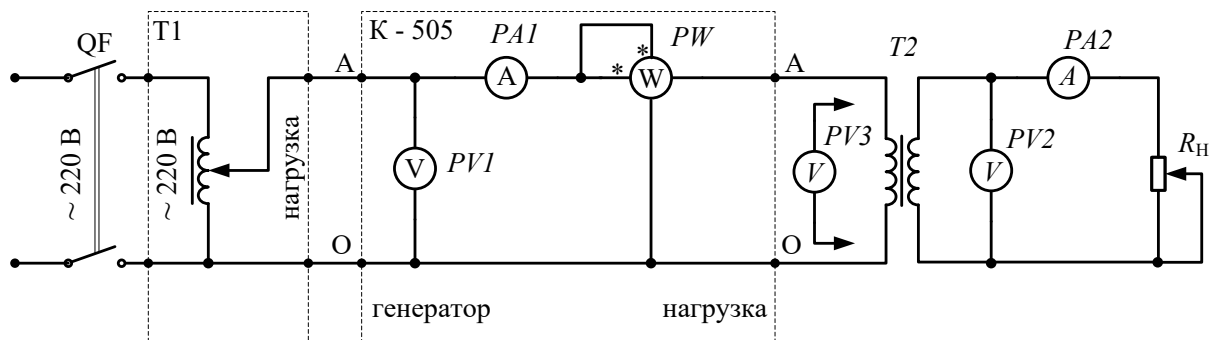


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки.

Результаты экспериментальных исследований

1. Экспериментальные данные

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Опытные данные					Расчетные данные				
U_1	I_1	P_1	U_2	I_2	P_2	η	$\cos \varphi_1$	ΔU_2	Режим
В	А	Вт	В	А	Вт	%		В	

2. Обработка экспериментальных данных

Рассчитать значения P_2 , η , $\cos \varphi_1$, ΔU_2 и занести их в таблицу 1.

Расчетные формулы:

$$K_u = \frac{U_{1X.X.}}{U_{2X.X.}}, \quad K_i = \frac{I_{2K.3.}}{I_{1K.3.}}, \quad P_2 = U_2 \cdot I_2,$$

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%, \quad \cos \varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 \cdot I_1}, \quad \Delta U_2 = \frac{U_{2X.X.} - U_2}{U_2} \cdot 100\%$$

.....

Вычислить параметры Т-образной схемы замещения трансформатора.

Расчетные формулы:

.....

Определить по экспериментальным данным потери в обмотках трансформатора и в магнитопроводе.

.....

3. Графики экспериментальных зависимостей $U_2(I_2)$, $\Delta U_2(I_2)$, $\cos \varphi_1(P_2)$ и $\eta(P_2)$.

Форма отчета по лабораторной работе №2.2

Цель работы – изучить устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Научиться определять расположение зажимов каждой фазы обмотки статора двигателя, начала и концы обмоток.

Программа работы

1. Изучить разделы курса электротехники, в которых рассматриваются устройство и принцип работы асинхронного короткозамкнутого двигателя.

2. Заготовить бланк протокола, содержащий полную разработку всех пунктов задания.

Описание лабораторной установки

Электрическая схема (рис. 2) для определения расположения зажимов каждой обмотки статора двигателя содержит непосредственно двигатель с клеммами фазных катушек, расположенных на клеммнике статора, однофазный источник питания 220 В и вольтметр $PV1$, который включается в сеть последовательно с обмоткой статора.

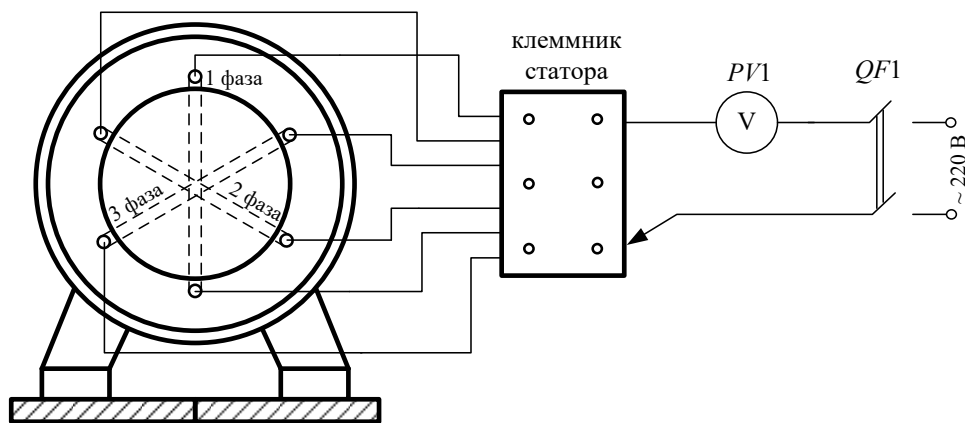


Рис. 2 – Схема экспериментальной установки.

Порядок выполнения экспериментальной части

1. Определить зажимы, принадлежащие отдельным обмоткам:

- а) любой из шести зажимов на клеммнике статора асинхронного двигателя присоединить через вольтметр (рисунок 1) к одному из зажимов однофазной сети напряжением 220 В, а другой провод от сети поочередно присоединять к остальным зажимам клеммника статора до тех пор, пока стрелка вольтметра не отклонится (это будет указывать на принадлежность обоих зажимов к одной фазной катушке статорной обмотки).
- б) обозначить найденные зажимы одной фазной катушки (например, 1-1);
- в) аналогично найти следующие пары зажимов, принадлежащие второй и третьей фазным катушкам статорной обмотки двигателя;
- г) обозначить найденные пары зажимов второй и третьей фазных катушек соответственно (например, 2-2 и 3-3).

В результате проделанной работы на клеммнике статора асинхронного двигателя могут быть проставлены обозначения (рис. 3).

2. Определить начала и концы фаз статорных обмоток двигателя:

- а) на зажимы одной из фазных катушек, например, 3 - 3 (рис. 4), включить вольтметр с необходимым пределом измерения (0...30 В);
- б) два любых зажима катушек первой фазы и второй фазы замкнуть между собой, например, два левых зажима 1 и 2 (рис. 4);
- в) на оставшейся свободные зажимы катушек первой и второй фаз подать напряжение 220 В (рисунок 3);
- г) если вольтметр показывает напряжение, то это означает, что соединены два разноименных зажима (рисунки 2, 3). В силу этого можно обозначить зажимы 1 и 2, объединенные перемычкой, разноименными индексами $C1$ и $C5$ или $C4$ и $C2$. Если вольтметр показывает нулевое значение напряжения на зажимах третьей фазы, то перемычка соединяет одноименные зажимы катушек первой и второй фаз;
- д) приняв эти обозначения условно за правильные, обозначить зажимы катушек первой и второй фаз, включенных в сеть 220 В, соответственно, как $C1$ и $C5$ или $C4$ и $C2$;

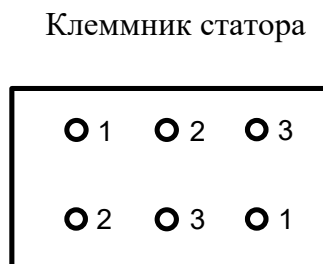


Рис. 3 – Обозначение зажимов.

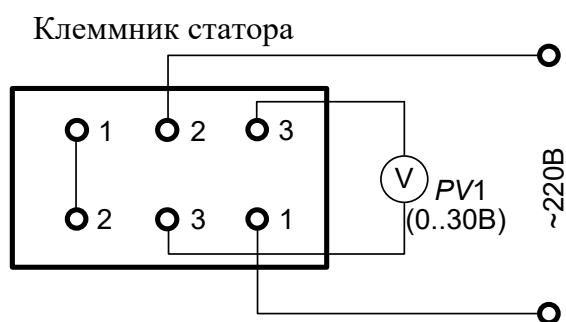


Рис. 4 – Схема включения.

е) нанести полученные обозначения зажимов катушек первой и второй фаз на клеммнике статора (например, как показано на рис. 5);

ж) обозначение зажимов катушки третьей фазы производится аналогично описанному в пункте г), для чего собирается схема, показанная на рис. 6;

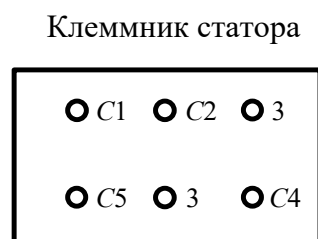


Рис. 5 – Обозначение зажимов.

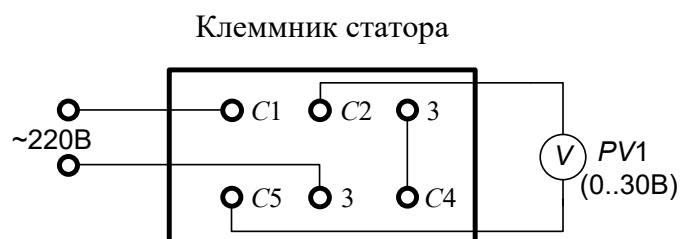


Рис. 6 – Схема включения.

з) показать, на клеммнике статора полученные обозначения начал и концов фазных катушек (рис. 7);

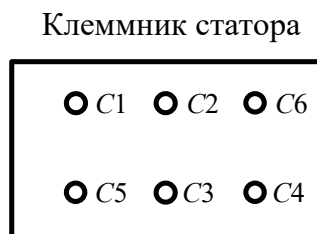


Рис. 7 – Обозначение зажимов.

и) по клеммнику статора, полученному в результате выполнения всей работы, собрать схему соединения фаз статорной обмотки по схеме «звезда» или по схеме «треугольник» (по указанию преподавателя) и проверить работу асинхронного двигателя после включения в трехфазную сеть питающего напряжения;

к) осуществить реверсирование асинхронного двигателя.

3. Паспортные данные асинхронного двигателя: $U_{ном} = \frac{U_{\Delta}}{U_Y}$, $P_{2 ном}$, n_2 , η , $\cos \varphi$. Кратность пускового тока $k = 5$, частота напряжения питания $f_1 = 50$ Гц.

4. Число пар полюсов, скольжение, номинальный и пусковой токи двигателя при соединении обмоток статора в треугольник и звезду.

5. Пусковой ток при соединении обмоток звездой соединения меньше(больше), чем при соединении обмоток треугольником.

Выводы по работе:

Лабораторная работа №3 «Исследование однофазных неуправляемых выпрямителей. Исследование работы параметрического стабилизатора»

Форма отчета по лабораторной работе №3.1

Цель работы – изучение однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.

Программа работы

1. Исследовать экспериментально однополупериодный выпрямитель.
2. Исследовать экспериментально двухполупериодный выпрямитель.

Описание лабораторной установки

Схемы выпрямителей (рис. 1, 2) собираются с помощью соединительных проводников на наборной панели лабораторного стенда.

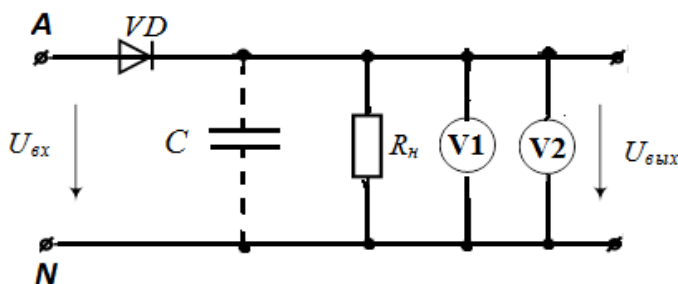


Рис. 1 – Электрическая схема исследуемого однополупериодного выпрямителя

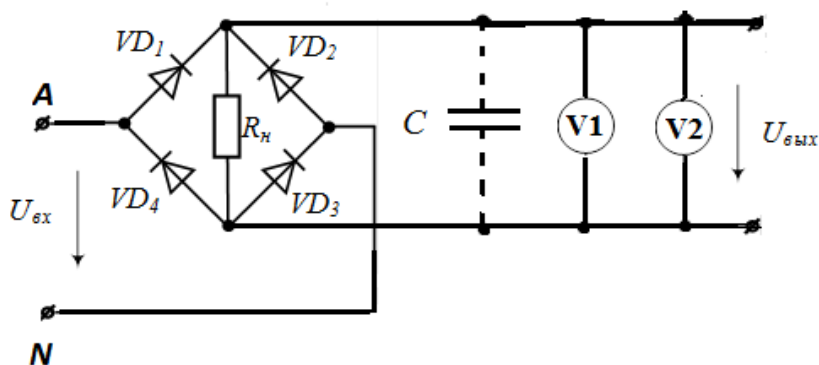


Рис. 2 – Электрическая схема исследуемого двухполупериодного выпрямителя

Источником питания является симметричный трехфазный источник ЭДС с фазным напряжением $U_\phi = 8$ В, частотой $f = 50$ Гц и выведенной нейтральной точкой. На вход выпрямителей подается напряжение U_{AN} одной фазы, в данном случае фазы А.

Для наблюдения за формой напряжения в исследуемых цепях при проведении эксперимента к выходным зажимам цепи подключается двухканальный осциллограф.

Для измерения напряжений используется вольтметры из блока мультиметров.

Сопротивление нагрузки R_n , представляет собой миниблок с резистором определенной величины. Сглаживающие фильтры – миниблоки конденсаторов с различными значениями ёмкости.

Результаты экспериментальных исследований

1. Экспериментальные данные

Таблица 1

C, мкФ			0	1	10
однополупериодный выпрямитель	выходные напряжения	U_1 , В			
		U_2 , В			
	коэффициент пульсации	k_n			
двухполупериодный выпрямитель	выходные напряжения	U_1 , В			
		U_2 , В			
	коэффициент пульсации	k_n			

2. Кривые напряжения

Форма отчета по лабораторной работе №3.2

Цель работы – изучение основных характеристик и свойств параметрического стабилизатора.

Программа работы

1. Исследовать зависимость выходного напряжения и тока стабилитрона от входного напряжения в цепи параметрического стабилизатора напряжения.
2. Экспериментально определить коэффициенты стабилизации по напряжению и по току.

Описание лабораторной установки

Схема параметрического стабилизатора (рис. 3) собирается с помощью соединительных проводников на наборной панели лабораторного стенда.

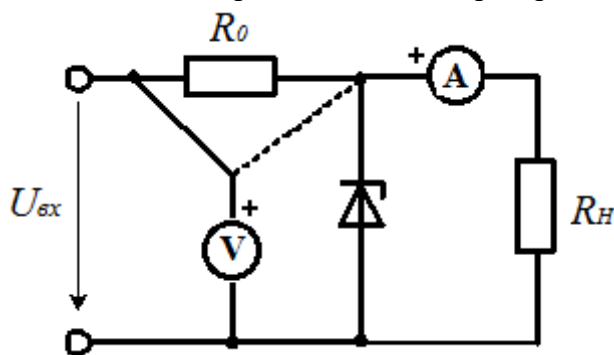


Рис. 3 – Электрическая схема исследуемой цепи.

Для установки заданных значений входного напряжения $U_{вх}$ используется генератор постоянных напряжений, предназначенный для получения регулируемого напряжения от -13 В до $+13$ В. Во избежание перегрузки, последовательно со стабилитроном КС456А включают миниблок балластный резистор $R_0 = 100$ Ом. Сопротивление нагрузки R_H , представляет собой миниблок с резистором определенной величины. Последовательно с сопротивлением нагрузки подключается мультиметр в режиме измерения тока.

Для измерения напряжений используется вольтметры из блока мультиметров.

Результаты экспериментальных исследований

1. Экспериментальные данные

Таблица 2. Зависимость выходного напряжения от входного на холостом ходу.

$U_{вх}, В$	0	2	4	6	8	10	12	13
$U_{вых}, В$								

Таблица 3. Зависимость выходного напряжения стабилизатора от тока нагрузки.

$R_H, Ом$	∞	150	100	47+22	47+10	47	33+10	33
$I_H, мА$	0(х.х)							
$U_{вых}, В$								

2. Графики $U_{вых}(U_{вх})$ и $U_{вых}(I_H)$.

Выводы по работе:

Краткое описание и регламент выполнения

Отчет выполняется на листах формата А4. При выполнении физического эксперимента в лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно. Отчет по лабораторной работе содержит краткие теоретические сведения, графическую часть и обобщающий вывод. На каждую лабораторную работу отводится 2 учебных часа.

Критерии оценки:

- зачтено – выполнены все пункты лабораторного исследования, найдены расчетные электрические величины, построены необходимые графики; приведен вывод по работе, даны ответы на контрольные вопросы.

не зачтено - не выполнены все пункты лабораторного исследования; сделаны грубые ошибки в вычислениях; отсутствует графическая часть и обобщающий вывод.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Задачи электротехники. Классификация и общие характеристики цепей.
2.	Элементы электрических цепей. Режимы работы электрической цепи.
3.	Источники электрической энергии. Вольтамперные характеристики источников. Мощность источников. КПД источников.
4.	Напряжение на участке цепи без учёта ЭДС и с учётом ЭДС. Применение закона Ома для расчёта электрической цепи постоянного тока. Метод свёртывания.
5.	Применение закона Ома для расчета электрических цепей постоянного тока. Сущность метода «свёртывания»
6.	Применение законов Кирхгофа для расчета электрических цепей постоянного тока.
7.	Энергетический баланс в электрических цепях постоянного тока. Правила составления уравнения баланса мощности.
8.	Условие передачи максимальной мощности от источника к нагрузке.
9.	Понятие об активном и пассивном двухполюснике. Порядок расчёта электрической цепи методом эквивалентного генератора.
10.	Назначение и построение потенциальной диаграммы.
11.	Нелинейные электрические цепи. Определение и классификация нелинейных электрических цепей.
12.	Расчет при последовательном и параллельном соединениях нелинейных элементов.
13.	Расчет смешанного соединения нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления нелинейного элемента.
14.	Линейные электрические цепи синусоидального тока. Общие сведения. Максимальное, среднее и действующее значения синусоидальных величин.
15.	Способы представления синусоидальных электрических величин.
16.	Элементы электрической цепи синусоидального тока. Резистивный элемент. Временные и комплексные изображения напряжения и тока резистивного элемента.
17.	Элементы электрической цепи синусоидального тока. Индуктивный элемент. Временные и комплексные изображения напряжения и тока индуктивного элемента.
18.	Элементы электрической цепи синусоидального тока. Емкостной элемент. Временные и комплексные изображения напряжения и тока емкостного элемента.
19.	Закон Ома электрической $R-L-C$ цепи для мгновенных значений и в комплексной форме.
20.	Основы символического (комплексного) метода расчёта цепей переменного тока. Законы Кирхгофа для цепи переменного тока.
21.	Активное, реактивное и полное сопротивления пассивного двухполюсника. Треугольники сопротивлений и проводимостей.
22.	Треугольник мощности. Активная, реактивная и полная мощности цепи переменного тока. Коэффициент мощности.
23.	Резонансные явления в электрических цепях. Условие, виды и применение резонанса в электрических цепях.
24.	Расчёт цепи переменного тока с одним источником.

№ п/п	Вопросы к экзамену
25.	Принцип работы трёхфазного генератора. Основные определения, временная и векторная диаграммы.
26.	Несвязанная и связанная трехфазная цепь. Соединения фаз трехфазных источников и приемников. Преимущества и недостатки.
27.	Анализ трёхфазной цепи «звезда-звезда» с нулевым и без нулевого провода. Основные соотношения между фазными и линейными величинами. Назначение нулевого провода.
28.	Анализ трёхфазной цепи «треугольник-треугольник». Основные соотношения между фазными и линейными величинами.
29.	Мощность трехфазной цепи. Измерение активной мощности трехфазной цепи ваттметрами.
30.	Магнитные цепи. Элементы магнитной цепи. Классификация магнитных цепей.
31.	Основные величины, характеризующие магнитное поле. Статическая петля гистерезиса.
32.	Основные свойства ферромагнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы.
33.	Закон полного тока. Неразветвленная магнитная цепь. Аналогия магнитных и электрических цепей.
34.	Особенности магнитных цепей переменного тока. Процессы перемагничивания магнитопровода. Природа потерь в магнитопроводе.
35.	Схема замещения нелинейной катушки индуктивности. Связь параметров схемы замещения с экспериментальными или расчетными данными.
36.	Трансформаторы. Назначение, классификация, устройство и принцип действия.
37.	Режимы работы трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора.
38.	Трехфазные трансформаторы. Конструкция и преимущества трехфазных трансформаторов.
39.	Машины постоянного тока. Назначение и классификация коллекторных машин постоянного тока.
40.	Машины постоянного тока. Устройство и принцип действия коллекторных машин постоянного тока. Типы возбуждения машин постоянного тока.
41.	Основные характеристики генераторов постоянного тока. Их зависимость от типа возбуждения.
42.	Явление реакции якоря. Способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока.
43.	Двигатели постоянного тока. Механические характеристики двигателей постоянного тока различных типов возбуждения. Область применения.
44.	Способы пуска, регулирования частотой вращения и торможения двигателей постоянного тока.
45.	Машины переменного тока. Назначение, классификация устройство и принцип действия асинхронной трехфазного двигателя.
46.	Режимы работы трёхфазной асинхронной машины. Мощность, потери энергии и КПД трехфазного асинхронного двигателя.
47.	Рабочие и механические характеристики трехфазного асинхронного двигателя. Область применения.
48.	Способы пуска и регулирования частотой вращения трехфазного асинхронного двигателя.
49.	Синхронные машины. Назначение, устройство и принцип действия.

№ п/п	Вопросы к экзамену
50.	Полупроводники. Общие сведения. Типы проводимостей полупроводников. Свойства $p - n$ -перехода.
51.	Полупроводниковые диоды. Параметры и типы по функциональному назначению. Обозначения на электрических схемах.
52.	Полупроводниковые выпрямители. Назначение и типы полупроводниковых выпрямителей.
53.	Полупроводниковый триод. Назначение, типы и режимы работы транзисторов.
54.	Транзистор. Назначение и схемы включения. Основные свойства по усилению электрических величин.
55.	Полупроводниковый тиристор. Назначение и область применения. Типы и режимы работы.
56.	Источники вторичного электропитания. Назначение и структурная схема.
57.	Основы аналоговой электроники. Операционный усилитель. Назначение, функции и типы обратной связи ОУ.
58.	Основы цифровой электроники. Логические элементы. Логические функции.
59.	Электрические измерения. Общие сведения. Электромеханические приборы: магнитоэлектрической, электромагнитной системы. Принцип действия, область применения.
60.	Приборы электродинамической и индукционной системы. Принцип действия, область применения.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Экзамен (письменно)	«отлично»	правильно решена задача и даны верные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета и ответ на дополнительный вопрос
		«хорошо»	правильно решена задача и дан верный ответ на 1 вопрос экзаменационного билета и ответ на дополнительный вопрос.
		«удовлетворительно»	правильно решена задача, дан верный ответ на 1 вопрос экзаменационного билета.
		«неудовлетворительно»	неправильно решена задача, даны неверные ответы на вопросы экзаменационного билета.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П., Белянин А. И.	Основы теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
2	Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф.	Электротехника и электроника : в 2 томах. Том 1 : Электротехника	учебник	2022	ЭБС «Znanium. com»
3	Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф.	Электротехника и электроника : в 2 томах. Том 2. Электроника	учебник	2022	ЭБС «Znanium. com»
4	Комиссаров Ю.А., Бабокин Г.И., Саркисова П.Д.	Общая электротехника и электроника	учебник	2022	ЭБС «Znanium. com»
5	Атабеков Г. И.	Основы теории цепей	учебник	2021	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Анисимова М.С., Попова И.С.	Электротехника и электроника	курс лекций	2019	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
2	Рыбков И. С.	Электротехника	учебное пособие	2017	ЭБС «Znanium. com»
3	Нагаев Д.А, Шлыков С.В	Электротехника и электроника [электронный контент]	Учебно-методическое пособие	2015	Росдистант http://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=332

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

– Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ

– Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

– Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

– Примеры решения типовых задач по электротехнике [Электронный ресурс] - <http://fishelp.ru/toel/>

– Учебник по электротехнике [Электронный ресурс] - <http://www.treugoma.ru/book/>

– Ресурс учебников по электротехническому направлению [Электронный ресурс] - <http://mexalib.com/view/20285>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acadmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-810)	Экран телевизионный, ширмы, прожектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
2	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе. стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок
3	Лаборатория "Электротехника и электроника. Электрические машины." Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-614).	Столы лабораторные, Столы ученические двухместные (моноблок) , Столы преподавательские, стулья преподавательские, доска аудиторная (меловая) , двигатели, вводной автомат электроэнергии, вольтметр, осциллограф, Реостаты-К505, К550.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры