

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Устименко Ю.А.
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.24.03 Электроснабжение с основами электротехники

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения: очно-заочная

Курс – 4

Семестр – 7

Всего зачетных единиц –4, часов – 144

Форма отчетности: экзамен – 7 семестр

Программу разработал

доцент кафедры физики и технических дисциплин Дюндин А.В.

Одобрена на заседании кафедры

«16» июня 2022 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А.В.

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Электроснабжение с основами электротехники» включена в обязательную часть блока «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Промышленное и гражданское строительство»).

Для освоения дисциплины «Электроснабжение с основами электротехники» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в ходе изучения таких дисциплин, как «Физика», «Материаловедение», «Химия», «Математический анализ».

В результате изучения дисциплины «Электроснабжение с основами электротехники» студент приобретает знания и умения, необходимые для освоения дисциплин «Инженерные сети», «Основы организации и управления в строительстве», «Строительные машины».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-3. Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	Знать: теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства; Уметь: принимать решения, основываясь на теоретических положениях и нормативной базе строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства; Владеть: навыками работы с нормативными документами, принятия решений в профессиональной сфере на основе нормативной базы строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства.
ОПК-6. Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов	Знать: основы проектирования объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, выполнения расчетного и технико-экономического обоснования проекта; Уметь: выполнять расчеты, необходимые для проектирования объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, выполнения расчетного и технико-экономического обоснования проекта; Владеть: навыками оформления проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования; навыками выполнения расчетов с использованием вычислительных программных комплексов.
ПК-2. Способен разрабатывать проект производства работ	Знать: технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основные положения по организации и управлению строительством; единую систему технологической подготовки производства; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав проекта организации строительства и проекта производства работ; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения, методы расчета конструкций зданий и

	<p>сооружений.</p> <p>Уметь: разрабатывать проектно-технологическую документацию; пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения.</p> <p>Владеть: навыками подготовки исходных данных для разработки проекта производства работ; разработки проекта производства работ в соответствии с требованиями строительных норм и правил в составе проекта организации строительства; выполнения привязки инвентарных временных зданий; разработка мероприятий по удешевлению строительства;; разработки нормативов на отдельные виды работ, не включенные в действующие справочники для оперативного планирования строительного производства.</p>
<p>ПК-3. Способен определять потребности в материально-технических и трудовых ресурсах</p>	<p>Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основы документооборота, современные стандартные требования к отчетности; пооперационные нормы расхода материалов, инструмента, топлива и электроэнергии, затрат труда; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав, требования к оформлению, отчетности, хранению проектно-сметной документации и правила передачи проектно-сметной документации; номенклатуру выпускаемых подсобными предприятиями строительной организации изделий и конструкций.</p> <p>Уметь: производить необходимые технические расчеты потребности в материально-технических ресурсах;; рассчитывать пооперационные нормы расхода материалов, инструмента, топлива и электроэнергии, затрат труда; взаимодействовать с другими специалистами строительной организации по вопросам материально-технического снабжения; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов для разработки линейных и сетевых графиков; составлять проект производства работ на основе проекта организации строительства; применять современные информационные технологии при проектировании технологических процессов;</p> <p>Владеть: навыками расчета потребности в материально-технических ресурсах с применением действующих нормативов, составления сводной ведомости потребности; расчета потребности в трудовых ресурсах с применением действующих нормативов, составление сводной ведомости потребности</p>

3. Содержание дисциплины

Линейные электрические цепи. Режимы работы электрической цепи. Неразветвленные и разветвленные линейные электрические цепи. Получение синусоидальной ЭДС.

Векторное изображение синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Комплексный метод расчета. Закон Ома в комплексной форме. Мощность цепи синусоидального тока.

Повышение коэффициента мощности. Поверхностный эффект в проводниках. Расчет цепей методом контурных токов. Расчет цепей с использованием принципа наложения. Расчет цепей методом эквивалентного генератора. Расчет цепей методом узловых потенциалов.

Двухполюсники. Генератор тока Активные и пассивные двухполюсники. Режимы холостого хода и короткого замыкания активных элементов. Активные и пассивные элементы двухполюсников. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Четырехполюсники.

Резонансные явления. Вынужденные и свободные колебания. Резонанс в последовательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые последовательного контура. Резонансные явления при изменении параметров контура. Резонанс в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура. Понятие о резонансе в сложных цепях. Методика расчета цепей с несинусоидальными источниками.

Трехфазные цепи. Получение трехфазной системы ЭДС. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой. Соединение обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Трехфазная цепь с несимметричным приемником. Мощность трехфазной цепи. Устройство асинхронных машин. Получение вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронного двигателя. Электродвижущие силы в обмотках статора и ротора. Токи ротора и статора. Характеристики асинхронного двигателя. Асинхронная машина в режиме генератора и электромагнитного тормоза. Устройство синхронных машин. Характеристики синхронного двигателя. Синхронный генератор.

Индуктивно-связанные цепи. Трансформаторы. Магнитные свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Потоки рассеяния в магнитных цепях. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей. Мощность потерь энергии в ферромагнитных материалах при переменном магнитном поле. Принцип действия и устройство трансформаторов. Холостой ход трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Схемы замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Короткое замыкание трансформатора. Мощность потерь энергии и коэффициент полезного действия трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Автотрансформаторы.

Переходные процессы в электрических цепях Основные понятия и принципы анализа переходных процессов. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и L при подключении ее к источнику постоянного напряжения. Переходные процессы в цепи при зарядке и разрядке конденсатора. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и L при подключении ее к источнику синусоидального напряжения. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и C при подключении ее к источнику синусоидального напряжения.

Нелинейные цепи. Симметричные и несимметричные нелинейные элементы. Статическое и дифференциальное (динамическое) сопротивление. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика диода. Схема замещения диода. Полупроводниковый стабилитрон. Вольт-амперная характеристика стабилитрона. Схема стабилизатора напряжения. Коэффициент стабилизации. Динистор. Вольт-амперная характеристика динистора. Способы описания нелинейных ВАХ: аппроксимация, экстраполяция и интерполяция.

Феррорезонансные цепи Феррорезонанс в последовательной цепи (феррорезонанс напряжений) и феррорезонанс в параллельной цепи (феррорезонанс токов). Метод эквивалентных синусоид. Методы расчета в цепях, содержащих нелинейную катушку индуктивности и линейный конденсатор. Методы расчета в цепях с линейной катушкой индуктивности и нелинейным конденсатором. Анализ цепей с инерционными нелинейными

элементами, у которых постоянная времени, характеризующая их инерционные свойства, много больше периода переменного напряжения (тока) источника питания.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	лабораторные занятия	Практические занятия	самостоятельная работа
1	Линейные электрические цепи	20	2	2	6	10
2	Двухполюсники	10				10
3	Резонансные явления	14	2	2		10
4	Трехфазные цепи	20	2	4	4	10
5	Индуктивно-связанные цепи. Трансформаторы	12	2			10
6	Переходные процессы в электрических цепях	14	2		2	10
7	Нелинейные цепи	12	2			10
8	Феррорезонансные цепи	15		2		13
9	Подготовка к экзамену	27				27
Итого		144	12	10	12	83+27

5. Виды учебной деятельности

Лекции

Лекция 1. Режимы работы электрической цепи. Неразветвленные и разветвленные линейные электрические цепи. Получение синусоидальной ЭДС. Векторное изображение синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Комплексный метод расчета. Закон Ома в комплексной форме. Мощность цепи синусоидального тока. Повышение коэффициента мощности.

Лекция 2. Резонанс в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура. Понятие о резонансе в сложных цепях. Методика расчета цепей с несинусоидальными источниками.

Лекция 3. Получение трехфазной системы ЭДС. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой. Соединение обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Трехфазная цепь с несимметричным приемником. Мощность трехфазной цепи.

Лекция 4. Принцип действия и устройство трансформаторов. Холостой ход трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Схемы замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Короткое замыкание трансформатора.

Лекция 5. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и L при подключении ее к источнику синусоидального напряжения. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и C при подключении ее к источнику синусоидального напряжения.

Лекция 6. Методы расчета в цепях с линейной катушкой индуктивности и нелинейным конденсатором. Анализ цепей с инерционными нелинейными элементами, у которых

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Поочередно переключая S_3 либо S_2 , в положение 2, т.е. исключая из цепи (см. рис. 1) э.д.с. E_1 или E_2 , измерить значения токов в ветвях. Результаты занести в табл. 2. с учетом знаков, принимая за условно положительное направление, направление токов в опыте. Суммировать частичные токи от E_1 и E_2 и убедиться в достоверности метода наложения сравнением с результатами измерений при действии двух источников (см. табл. 1).

На основании экспериментальных данных п. 1.4.6. вычислить собственные g_{11} , g_{22} и взаимные g_{21} , g_{31} , g_{12} , проводимости. Используя значения проводимостей, рассчитать ток I_1 и сравнить его с измеренным (см. табл. 2). Определить собственную g_{11} и взаимную g_{21} проводимости расчетным путем и сравнить их с полученными экспериментальными величинами.

Убедиться в достоверности принципа взаимности, сравнивая значение тока I'_2 при действии э.д.с. E_1 , и значения тока I''_1 при действии э.д.с. E_2 , учитывая, что E_1 , принято равным E_2 .

Составить баланс мощности для цепи используя результаты табл. 1.

Контрольные вопросы.

Сформулируйте определение узла, ветви и контура электрической цепи.

Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа и порядок расчета цепи с их применением.

На каком принципе основан метод наложения?

Поясните, что такое собственные и взаимные проводимости ветвей и каким образом они определяются экспериментально.

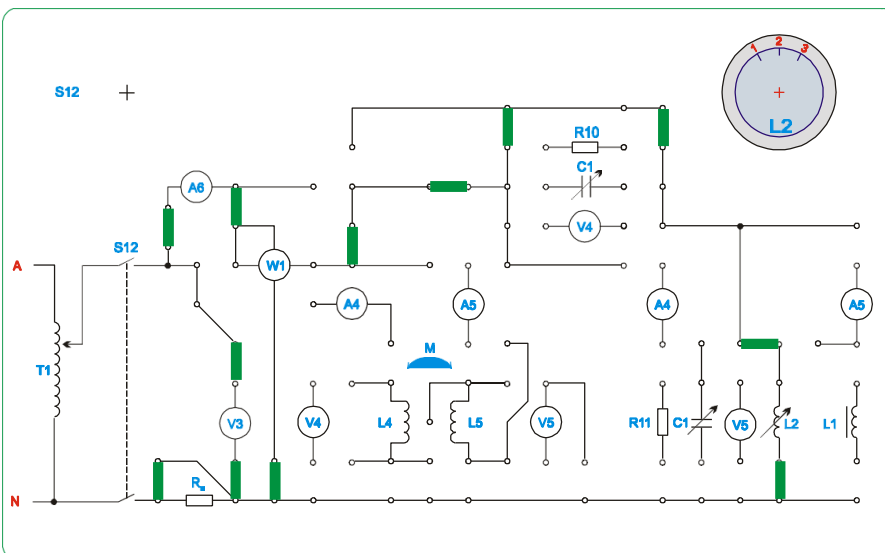
Укажите порядок расчета цепи методом наложения.

Сформулируйте принцип взаимности.

Лабораторная работа №2. Резонансные явления в линейных цепях синусоидального тока

Порядок выполнения работы.

Питание цепи осуществляется от автотрансформатора $U = 0 - 250$ В, 50 Гц, установленного на стенде.



Экспериментально определить параметры катушки индуктивности L_2 при входном напряжении не более 60В (одноименный галетник установить в поз.2) на основании показаний приборов по схеме. и занести в табл. 1.

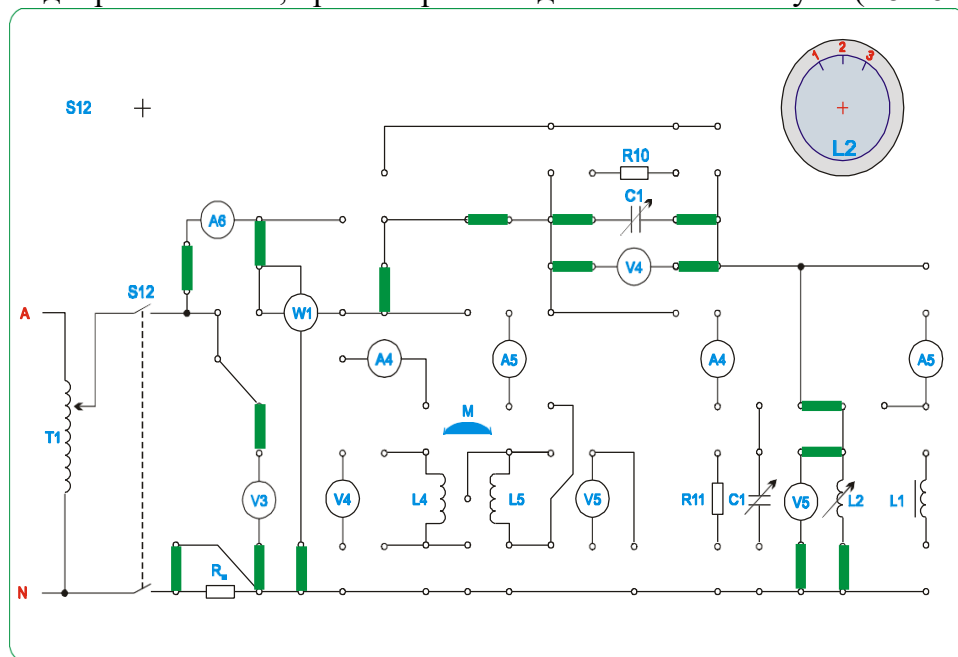
Таблица 1.

Вид элемента	Измерено						Рассчитано					
	I	U	U_1	U_2	P	Z	r_l	x	ϕ	r_K	L_1	
Индуктивность – L												

Построить векторную диаграмму тока и напряжения.

Исследовать резонанс напряжений при последовательном соединении $r, L,$

C . Плавно увеличивать напряжение от 0 до 24В. Тумблерами батареи конденсаторов C_1 подобрать емкость, при которой ток достигает максимума (**но не более 0,5А**).



Рассчитать $\cos\phi$ для резонанса. Если $\cos\phi$ окажется меньше 0.92, то опыт необходимо повторить и точнее настроить цепь в резонанс. Полученные данные занести в табл. 2.

Таблица 2.

№ опыта	Измерено						Рассчитано
	I	U	U_1	U_2	U_3	P	$\cos\phi$
1							
2							
3							

Контрольные вопросы:

Дайте общее определение резонанса любой системы.

Назовите цепи, в которых возникает резонанс напряжений и резонанс токов.

Резонанс напряжений - желательный режим производственной цепи или нет?

Что такое добротность цепи и как она определяется, если известны параметры цепи r, L, C ?

Какое значение принимает ток в цепи при резонансе напряжений?

Какое значение принимает ток в неразветвленной ветви электрической цепи при резонансе токов?

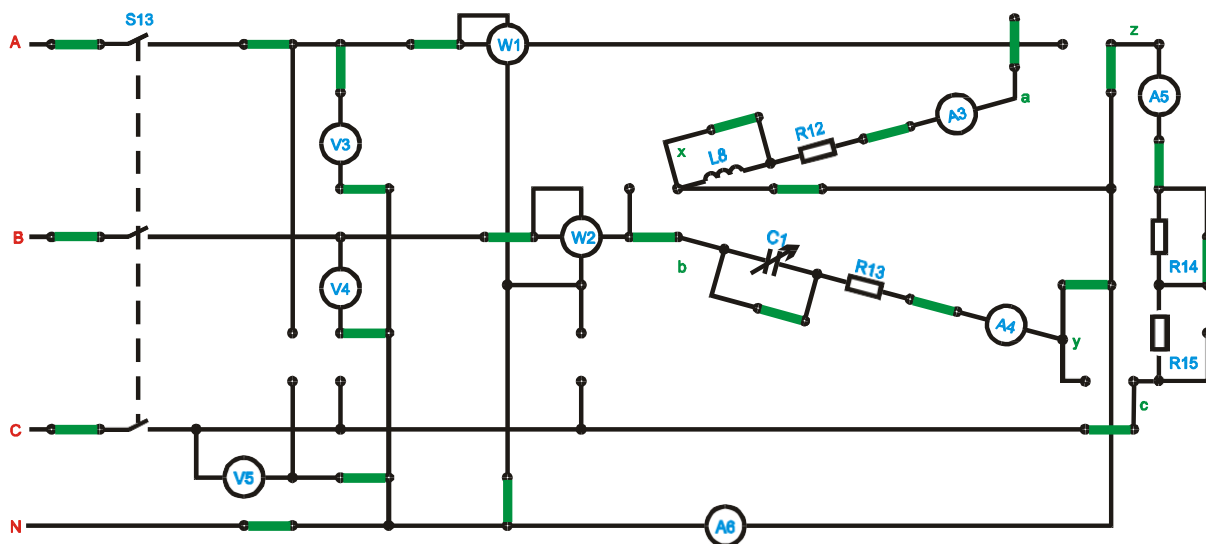
Резонанс токов - желательный режим производственной электрической цепи или нет?

Какой вид имеют частотные характеристики последовательного и параллельного резонансных контуров?

Лабораторная работа №3. Трехфазная цепь, соединенная по схеме звезда.

Порядок выполнения работы:

По схеме собрать электрическую цепь с нагрузкой, соединенной звездой с нейтральным проводом.



Установить симметричную активную нагрузку. Результаты измерений записать в табл. 1. Проверить соотношения линейных и фазных напряжений. Вычислить мощности в фазах В, С и сравнить с измеренной мощностью в фазе А.

Исследовать цепь при несимметричной нагрузке. Для этого оставить нагрузку в фазах В и С неизменной, а в фазе А изменять нагрузку следующим образом:

Отключить полностью нагрузку ($r_a = \infty$);

Отключить нейтральный провод.

Для всех указанных случаев измерить те же величины, что и выше.

Отключить нейтральный провод. Произвести те же измерения для симметричной и несимметричной нагрузок, что и выше; дополнив их опытом короткого замыкания фазы А.

U_{Nn} измерить тестером.

Результаты измерений записать в таблицу 1.

Таблица 1.

№ п/п	Измерено										Вычислено				Характер нагрузки
	$U_{\text{Л}}$	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	I_n	U_{Nn}	P	$U_{\text{Л}}$	$U_{\text{Л}}$	$U_{\text{Л}}$	P	
	В	В	В	В	А	А	А	А	В	Вт	U_A	U_B	U_C	Вт	
1															R
2															R
3															R
...															

По данным таблицы 1 построить векторные диаграммы напряжений и токов в различных режимах.

Контрольные вопросы:

Назовите способы соединения фаз источника э.д.с. и нагрузки в трехфазной цепи.

Начертите симметричную систему напряжений прямой последовательности и симметричную систему напряжений обратной последовательности.

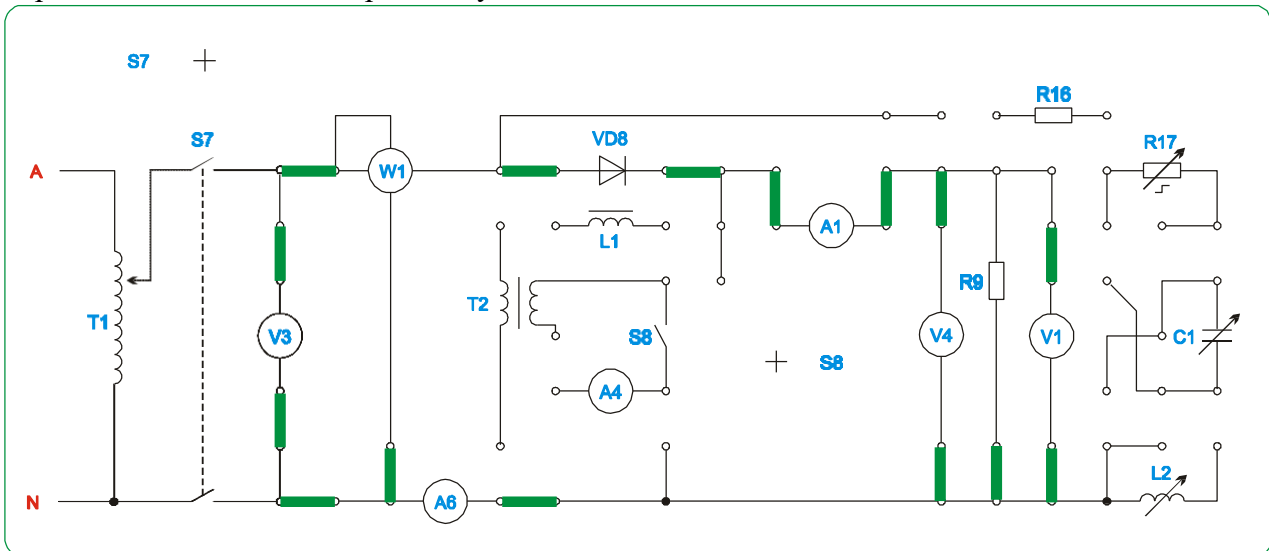
Напишите соотношения между фазными и линейными напряжениями при соединении потребителей звездой в общем случае и при симметричной нагрузке.

Как определить аналитически напряжение между нейтральными точками генератора и потребителя?

Лабораторная работа №4. Трехфазная цепь, соединенная по схеме треугольник.

Порядок выполнения работы:

По схеме рис. 1 собрать электрическую цепь. Установить галетник L2 в поз.«2». Ознакомиться с приборами и записать их технические данные. По показаниям приборов определить мощность, потребляемую всей цепью.



Исследовать изменение фазных и линейных токов и напряжений. Показания приборов записать в табл. 1 и по результатам измерений построить векторные диаграммы токов и напряжений. Избегать работы схемы на токах более 0,6А на протяжении более 10мин.

Таблица 1.

Характер нагрузки	Измерено										Вычислено	
	Фазные то- ки			Линейные токи			Фазные напряжения			Показания ваттмет- ров	ΣP	cosφ
	I_{ab}	I_{bc}	I_{ca}	I_A	I_B	I_C	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	P_a		
	А	А	А	А	А	А	В	В	В	Вт		
1												
2												
3												

Контрольные вопросы:

Напишите соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями при соединении потребителей треугольником.

Чем опасно короткое замыкание фазы при соединении нагрузки треугольником?

Какое влияние оказывает перевертывание фазы источника на режим работы цепи?

Как распределяются токи в фазных и линейных проводах при обрыве: фазного провода; линейного провода?

Начертите схемы и напишите формулы эквивалентного преобразования «треугольника» сопротивлений в эквивалентную «звезду».

Лабораторная работа №5. Феррорезонансные цепи

Порядок выполнения работы:

По схеме собрать электрическую цепь. Определить ВАХ нелинейной индуктивности L_4 , по действующим значениям напряжения и тока. При этом ток в катушке дросселя не должен превышать значения $I=0,5A$. Результаты измерений занести в таблицу 1. По опытным данным построить ВАХ $U_L = f(I)$ нелинейного дросселя. Выбрать точку за коленом кривой $U_L(I)$ и подсчитать резонансную емкость.

Собрать цепь по схеме рис.2. Увеличивая напряжение U_1 , на входе от нулевого значения отметить значение напряжения U_B , при котором наступает скачкообразное увеличение тока от I_B до I_D . Затем, плавно уменьшая напряжение U_1 определить U_C , при котором наступает скачкообразное уменьшение тока. Результаты измерений и расчетов записать в таблицу 2.

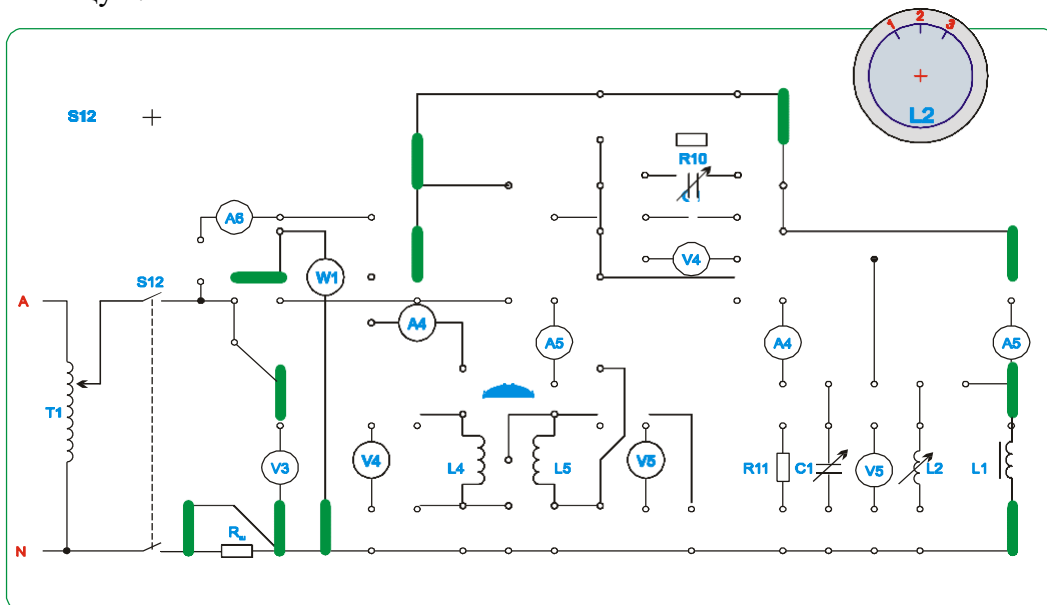


Таблица 1

№п/п	Измерения			Расчет
	$U_1, В$	$I, А$	$P, Вт$	Срез
1				
.				
.				
.				

На основании опытных данных построить результирующую ВАХ цепи.

Зарисовать осциллограмму тока $i(t)$ для режимов: до феррорезонанса; феррорезонанса; после феррорезонанса.

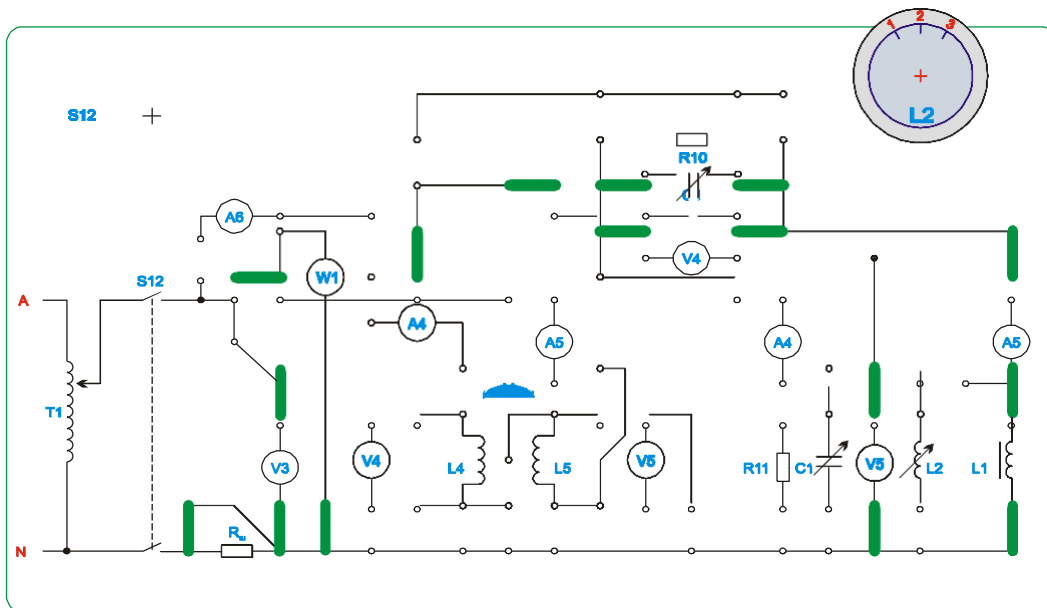


Таблица 2

$U1, В$											
$I, А$											
$P, Вт$											

Контрольные вопросы:

Дайте определение феррорезонанса напряжений и феррорезонанса токов.

Чем отличается феррорезонанс напряжений от резонанса напряжений в линейной цепи?

Почему в феррорезонансной цепи возникает скачки тока (напряжения)?

Почему сопротивление феррорезонансной последовательной цепи до скачка тока к большому значению имеет индуктивный характер, а после скачка – емкостный характер?

Какие участки реальной ВАХ феррорезонансной цепи являются устойчивыми, а какие - неустойчивыми?

Как влияет частота входного напряжения на характеристики феррорезонансной цепи?

Приведите примеры практического применения феррорезонансных явлений.

Приведите примеры электротехнических устройств, в которых применяются полупроводниковые приборы - диоды, стабилитроны, динисторы.

Практические занятия

Практические занятия

Задачи к практическим занятиям даны в соответствии с нумерацией в пособии [3] (Теоретические основы электротехники. Сборник задач: учебное пособие для вузов / Л. А. Бессонов [и др.]; ответственный редактор Л. А. Бессонов. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 528 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3486-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508127>).

Практическое занятие №1 Эквивалентные преобразования электрических цепей.

Вопросы для обсуждения:

1. Законы Ома.
2. Правила Кирхгофа.
3. Разность потенциалов.
4. Потенциальная диаграмма.
5. Преобразование электрической цепи.

Задачи для решения

Глава 1. № 1.12; 1.19; 1.24; 1.29; 1.30.

Практическое занятие №2. Методы расчета цепей.

Вопросы для обсуждения:

1. Метод контурный токов.
2. Метод узловых потенциалов.
3. Баланс мощностей.

Задачи для решения

Глава 1. № 1.38; 1.41; 1.45; 1.46.

Практическое занятие №3. Мощность в цепи переменного тока.

Вопросы для обсуждения:

1. Активная, реактивная и полная мощность.
2. Резонанс в последовательной и параллельной цепях.
3. Емкость и индуктивность в цепи переменного тока.

Задачи для решения

Глава 3. № 3.2; 3.13; 3.16; 3.19; 3.23.

Практическое занятие №4,5. Трехфазные цепи.

Вопросы для обсуждения:

1. Трехфазные цепи и их преимущества.
2. Способы присоединения потребителей.
3. Фазные и линейные напряжения.

Задачи для решения

Глава 6. №6.1; 6.2; 6.7; 6.10; 6.15

Практическое занятие №6. Переходные процессы.

Вопросы для обсуждения:

1. Расчет RC-цепей.
2. Операторный метод расчета цепей.

Задачи для решения

Глава 8. №8.2; 8.5; 8.9; 8.12.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студента включает в себя:

- изучение теоретического материала и нормативной документации по вопросам, связанным с темой проведенных и предстоящих занятий;
- выполнение заданий к лабораторным занятиям;
- подготовку к защите лабораторных работ по контрольным вопросам;
- изучение теоретических вопросов из списка, размещенного ниже.

Темы для самостоятельного изучения

1. Классификация электроприемников по категориям надежности электроснабжения.
2. Трансформаторные подстанции.
3. Воздушные линии электропередачи. Кабельные линии электропередачи.
4. Качество электроэнергии и пути ее рационального использования.
5. Электроосвещение.
6. Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры.
7. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя.
8. Электрические фильтры.
9. Стабилизаторы напряжения и тока.

10. Усилители электрических сигналов.
11. Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных и многокаскадных усилителей.
12. Основы цифровой электроники. Общие сведения о цифровых электронных устройствах.
13. Импульсные устройства: принцип работы и анализ.
14. Электронные ключи и простейшие формирователи импульсных сигналов.
15. Электрические измерения и приборы. Измерения электрических и неэлектрических величин.
16. Методы измерений: прямые и косвенные.
17. Аналоговые электроизмерительные приборы прямого преобразования: устройство, принцип действия, области применения.
18. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация выполняется по контрольным вопросам к лабораторным работам (см. п.5), а также в виде контрольной работы.

Критерии оценки выполнения лабораторной работы:

Задание к лабораторной работе считается выполненным удовлетворительно, если студент:

- 1) выполнил задание в полном объеме и сдал его в установленные сроки;
- 2) обосновал с опорой на нормативные документы принятые решения;
- 3) качественно оформил документ в соответствии с требованиями оформления деловой документации.
- 4) ответил на вопросы из перечня вопросов для контроля

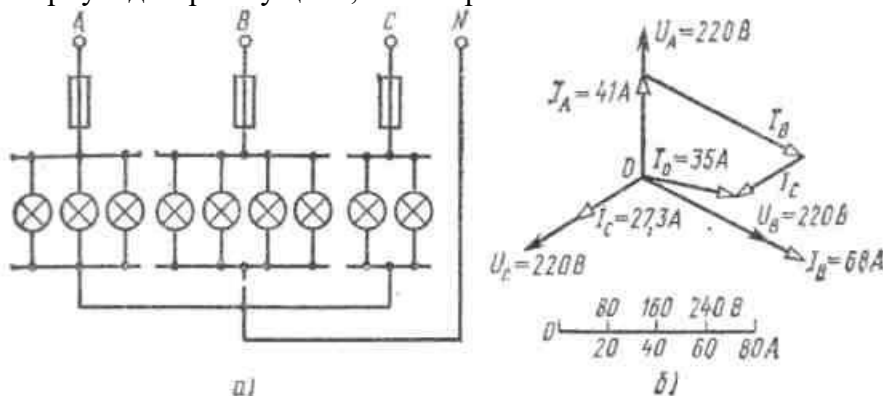
Во всех остальных случаях выполнение лабораторной работы читается неудовлетворительным.

Содержание лабораторных работ с заданиями к ним приведено в пункте 5.

Вариант проверочной работы.

Задача 1.

В трехфазную четырехпроводную сеть включены звездой лампы накаливания мощностью $P = 300$ Вт каждая. В фазу A включили 30 ламп, в фазу B - 50 ламп и в фазу C - 20 ламп. Линейное напряжение сети $U_{\text{ном}} = 380$ В (рис. а). Определить токи в фазах и начертить векторную диаграмму цепи, из которой найти числовое значение тока в нулевом проводе.



Задача 2. Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением присоединен к сети с напряжением $U_{ном} = 110$ В и вращается с частотой $n = 1500$ об/мин, Двигатель развивает полезный момент (на валу) $M = 120$ Н·м. К. п. д. двигателя $\eta_{дв} = 0,84$. Суммарное сопротивление обмоток якоря и возбуждения $R_a + R_{nc} = 0,02$ Ом. Определить: 1) полезную мощность P_2 ; 2) потребляемую мощность P_1 ; 3) потребляемый из сети ток I ; 4) сопротивление пускового реостата, при котором пусковой ток ограничивается до $2,5I$; 5) противо-э. д. с. в обмотке якоря.

Критерии оценивания проверочной работы:

Контрольная работа считается выполненной удовлетворительно в случае, если:

- студент правильно выполнил не менее половины предложенных для решения задач;
- ответил на вопросы преподавателя по процессу выполнения решенных задач.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. *Линейные электрические цепи.* Режимы работы электрической цепи. Незаветвленные и разветвленные линейные электрические цепи. Получение синусоидальной ЭДС. Векторное изображение синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Комплексный метод расчета. Закон Ома в комплексной форме. Мощность цепи синусоидального тока. Повышение коэффициента мощности. Поверхностный эффект в проводниках. Расчет цепей методом контурных токов. Расчет цепей с использованием принципа наложения. Расчет цепей методом эквивалентного генератора. Расчет цепей методом узловых потенциалов.

2. *Двухполюсники.* Генератор тока Активные и пассивные двухполюсники. Режимы холостого хода и короткого замыкания активных элементов. Активные и пассивные элементы двухполюсников. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Четырехполюсники.

3. *Резонансные явления.* Вынужденные и свободные колебания. Резонанс в последовательном контуре. Частотные характеристики и резонансные кривые последовательного контура. Резонансные явления при изменении параметров контура. Резонанс в параллельном контуре. Частотные характеристики параллельного контура. Понятие о резонансе в сложных цепях. Методика расчета цепей с несинусоидальными источниками.

4. *Трехфазные цепи.* Получение трехфазной системы ЭДС. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой. Соединение обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Трехфазная цепь с несимметричным приемником. Мощность трехфазной цепи. Устройство асинхронных машин. Получение вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронного двигателя. Электродвижущие силы в обмотках статора и ротора. Токи ротора и статора. Характеристики асинхронного двигателя. Асинхронная машина в режиме генератора и электромагнитного тормоза. Устройство синхронных машин. Характеристики синхронного двигателя. Синхронный генератор.

5. *Индуктивно-связанные цепи. Трансформаторы.* Магнитные свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Потоки рассеяния в магнитных цепях. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей. Мощность потерь энергии в ферромагнитных материалах при переменном магнитном поле. Принцип действия и устройство трансформаторов. Холостой ход трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Схемы замещения и векторная диаграмма

приведенного трансформатора. Короткое замыкание трансформатора. Мощность потерь энергии и коэффициент полезного действия трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Автотрансформаторы.

6. *Переходные процессы в электрических цепях* Основные понятия и принципы анализа переходных процессов. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и L при подключении ее к источнику постоянного напряжения. Переходные процессы в цепи при зарядке и разрядке конденсатора. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и L при подключении ее к источнику синусоидального напряжения. Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов с R и C при подключении ее к источнику синусоидального напряжения.

7. *Нелинейные цепи.* Симметричные и несимметричные нелинейные элементы. Статическое и дифференциальное (динамическое) сопротивление. Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика диода. Схема замещения диода. Полупроводниковый стабилитрон. Вольт-амперная характеристика стабилитрона. Схема стабилизатора напряжения. Коэффициент стабилизации. Динистор. Вольт-амперная характеристика динистора. Способы описания нелинейных ВАХ: аппроксимация, экстраполяция и интерполяция.

8. *Феррорезонансные цепи* Феррорезонанс в последовательной цепи (феррорезонанс напряжений) и феррорезонанс в параллельной цепи (феррорезонанс токов). Метод эквивалентных синусоид. Методы расчета в цепях, содержащих нелинейную катушку индуктивности и линейный конденсатор. Методы расчета в цепях с линейной катушкой индуктивности и нелинейным конденсатором. Анализ цепей с инерционными нелинейными элементами, у которых постоянная времени, характеризующая их инерционные свойства, много больше периода переменного напряжения (тока) источника питания.

Критерии оценки на экзамене:

На экзамене оценка **«отлично»** выставляется студенту, который: знает программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет применять теоретические знания к решению практических задач; владеет современными методами исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний, понимает прикладную направленность курса физики.

«хорошо» знает программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией физики и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

«удовлетворительно» выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. Выполняет текущие задания, устанавливаемые графиком учебного процесса. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении задач.

«неудовлетворительно»: имеет серьезные пробелы в знании учебного материала, допускает принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой

контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 653 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2941-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/482663>.

2. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для вузов / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 173 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01372-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469983>.

3. Электротехника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / А. Н. Аблин [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06206-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473335>.

4. Электротехника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / А. Н. Аблин [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 257 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06208-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/474152>.

7.2. Дополнительная литература

1. Быстрицкий, Г. Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08404-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470416>.

2. Климова, Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение : учебное пособие для вузов / Г. Н. Климова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00510-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470117>.

3. Острецов, В. Н. Электропривод и электрооборудование : учебник и практикум для вузов / В. Н. Острецов, А. В. Палицын. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 212 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02840-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471475>.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <https://docs.cntd.ru/document/1200007656> – ГОСТ РФ Электроустановки зданий.
- <https://recn.ru/elektrosnabzhenie-stroitelnoj-ploshhadki> – электроснабжение строительной площадки.
- <http://tokidet.ru/elektrooborudovanie/schetchiki/vremennoe-elektrosnabzhenie-stroitelnoj-plosadki-normy-i-pravila.html> – временное электроснабжение строительной площадки.
- <https://zen.yandex.ru/media/samelectric/para-slov-o-silovyh-kabeliah-60ec98f41b39f163f06f2da6> – силовые кабели и нормативная документация по ним.
- https://studwood.ru/1600442/nedvizhimost/raschyot_vremennogo_elektrosnabzheniya_stroitelnoj_ploshhadki – расчет электроснабжения площадки.

8. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для проведения лекционных занятий 06 уч. к. 3 со следующим оборудованием:

- проектор;
- интерактивная доска;
- удерживающие устройства для фиксации плакатов.

Аудитория для проведения лабораторных занятий 04 уч. к. 3 со следующим оборудованием:

- доска;
- оборудование для выполнения лабораторного практикума;
- персональные компьютеры.

9. Программное обеспечение

Пакет офисных программ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022