Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 18-05-2025 22:15:27 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– развитие знаний электромагнитных явлений и процессов, рассмотренных в курсе физики, в направлении знакомства с современными методами анализа, синтеза и расчёта электрических цепей и процессов, протекающих в них;
– ознакомление с современными методами экспериментального исследования электрических и магнитных цепей в современных электротехнических и электронных устройствах.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование базовых знаний современной теории электрических цепей и электромагнитных полей;;
– приобретение навыков расчёта параметров электрических и магнитных цепей, анализа режимов работы электротехнических и электронных устройств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Электроснабжение;
– Эксплуатация электрооборудования;
– Силовая электроника;
– Преобразовательная техника;
– Проектная деятельность 7;
– Электрические машины;
– Электрические и электронные аппараты;
– Электробезопасность и организация работ в электроустановках.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование	Код и	Код и	Планируемые

категории (группы) ОПК	наименование ОПК	наименование индикатора достижения ОПК	результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Понимает теоретические основы математических, естественных и общеинженерных наук	– знать: фундаментальные законы и понятия теории электрических цепей и электромагнитных полей. – уметь: рассчитывать электрические цепи на базе современных методов и прикладных программ.
		ОПК-3.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: :закономерности и особенности режимов в электронных устройствах и электрических цепях при их эксплуатации; фундаментальные законы и понятия основ теории электрических цепей, методику расчёта электрических цепей. – уметь: оценивать достоверность применённого математического описания физических процессов в электрических цепях; критически анализировать полученные результаты исследований, избегая автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач анализа режимов с учётом их особенностей.
		ОПК-3.3 Решает	– знать: свойства и

		задачи теоретического и прикладного характера, применяя законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	характеристики электрических цепей и электромагнитного поля. – уметь: составлять по техническим параметрам электрооборудования и устройств расчётные схемы замещения для оценки параметров режимов работы и условий безопасной эксплуатации.
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Проводит расчет, анализ и моделирование линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	– знать: методы анализа электрических и магнитных цепей постоянного и переменного токов в установившихся режимах. – уметь: использовать законы электротехники, методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей.
		ОПК-4.2 Применяет основы теории электромагнитного поля и электрических машин при решении задач профессиональной деятельности	– знать: основы теории электромагнитного поля, устройство и принципы действия электрических машин для анализа режимов работы и создания их математических моделей. – уметь: - использовать законы основ электротехники, методы анализа и моделирования элементов электрических цепей; - составлять по техническим параметрам

			элементов и устройств расчётные схемы замещения .
		ОПК-4.3 Рассчитывает установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	– знать: методы анализа работы трансформаторов и электрических машин, особенности их режимов в процессе эксплуатации. – уметь: рассчитывать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов.
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин	– знать: устройство электроизмерительных приборов и средств измерения, область их применения при теоретических и практических исследованиях. – уметь: выбирать электроизмерительные приборы для измерения электрических и неэлектрических величин.
		ОПК-6.2 Выбирает методы поверки измерительного, диагностического, технологического оборудования применительно к объектам профессиональной деятельности	– знать: методы поверки электроизмерительных приборов и измерительного оборудования. – уметь: анализировать отличительные особенности выбираемых методов поверки электроизмерительных приборов с учётом особенностей процесса и погрешностей измерения.

		ОПК-6.3 Применяет методы поверки измерительного, диагностического, технологического оборудования применительно к объектам профессиональной деятельности	– знать: отличительные особенности выбираемых методов поверки электроизмерительных приборов и измерительного оборудования . – уметь: применять электроизмерительные приборы с учётом особенностей процесса и погрешностей измерения.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***252***	*108*	*144*
	зачетных единиц	***7***	*3*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***48***	*32*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ.*		***93***	*26*	*67*

час.			
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***63***	*18*	*45*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Электрическая цепь и ее элементы;

Тема 1.1 Физические основы электротехники. Структура электрической цепи. (Пассивные элементы электрической цепи: резистивный элемент, индуктивный элемент, ёмкостный элемент – их характеристики и параметры. Источники энергии, их характеристики и параметры. Соотношения между напряжением и током в элементах);

Тема 1.2 Величины, характеризующие синусоидальный ток. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. (Цепь синусоидального тока с сопротивлением, с индуктивностью, с ёмкостью. Комплексное сопротивление. Последовательное соединение сопротивления, индуктивности и емкости. Треугольники напряжений и сопротивлений. Проводимости цепи синусоидального тока. Треугольники токов и проводимостей. Мощности цепи синусоидального тока. Треугольник мощностей);

Тема 1.3 Расчёт цепей синусоидального тока с одним источникам питания. (Схемы соединения элементов: последовательное, параллельное, смешанное соединение приёмников. Векторные диаграммы. Мощности. Методы расчёта цепей синусоидального тока с несколькими источниками энергии: метод уравнений Кирхгофа, метод контурных токов, метод наложения, метод узловых потенциалов);

Тема 1.4 Резонанс в цепях синусоидального тока (Резонанс в последовательном колебательном контуре, условие резо-нанса напряжений. Резонансная частота. Характеристическое сопротивление, добротность. Частотные характеристики. Резонансные кривые, полоса пропускания. Параллельный колебательный контур, векторная диаграмма. Условие резонанса токов. Резонансная частота);

Раздел 2 Магнитные цепи;

Тема 2.1 Магнитная цепь. Основные понятия и законы магнитных цепей. (Индуктивно-связанные элементы в электрической цепи. Магнитные потоки самоиндукции и взаимной индукции. ЭДС взаимоиндукции, напряжение и сопротивление взаимной индуктивности. Коэффициент связи индуктивно-связанных катушек. Комплексное сопротивление взаимной индуктивности. Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек. Согласное и встречное включение);

Тема 2.2 Свойства ферромагнитных материалов. (Симметричная петля гистерезиса, кривая намагничивания. Неразветвленная магнитная цепь. Аналогия между магнитными цепями и электрическими цепями с нелинейными элементами);

Раздел 3 Трехфазные электрические цепи;

Тема 3.1 Трёхфазный источник питания. Порядок следования фаз. (Схемы соединения трехфазных цепей (звездой и треугольником); основные определения и соотношения. Симметричные режимы в трехфазных цепях. Расчёт симметричных режимов работы трёхфазных электрических цепей. Эквивалентное преобразование соединений приёмников «звездой» и «треугольником»);

Тема 3.2 Расчёт несимметричных режимов работы трёхфазных электрических цепей. (Напряжение смещения нейтрали. Роль нулевого провода. Мощности трехфазной цепи при симметричных и несимметричных режимах);

Раздел 4 Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами;

Тема 4.1 Представление периодических несинусоидальных величин тригонометрическими рядами Фурье (Дискретные частотные спектры. Определение коэффициентов ряда Фурье: аналитическое и графо-аналитическое. Максимальное, среднее и действующее значения несинусоидальных ЭДС, напряжений и токов Коэффициенты. Мощности электрической цепи с периодическими несинусоидальными токами. Измерение несинусоидальных токов измерительными приборами);

Тема 4.2 Расчет линейных электрических цепей с несинусоидальными токами (Влияние параметров электрической цепи на форму кривой тока при несинусоидальном входном напряжении). Резонансные явления в цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Основы теории электрических частотных фильтров. Особенности режимов трёхфазных цепей при несинусоидальных токах. Высшие гармоники в трёхфазных цепях);

Раздел 5 Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях;

Тема 5.1 Классический метод расчета переходных процессов. Законы коммутации. (Возникновение переходных процессов. Законы коммутации для L,C-элементов. Свободный, принуждённый (установившийся) и переходный токи. Характеристическое уравнение. Виды переходных процессов. Общий случай расчета переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом. Включение цепей с R,L,C- элементами на постоянное и переменное напряжение. Ударный ток, ударный коэффициент);

Тема 5.2 Расчет переходных процессов в цепях с R,L,C - элементами (Апериодический разряд конденсатора. Предельный апериодический разряд конденсатора. Периодический (колебательный) разряд конденсатора. Переходные процессы при мгновенном изменении параметров элементов Электрическая цепь при мгновенном изменении сопротивления R, индуктивности L и ёмкости C. Формула Дюамеля. Переходные функции и переходные проводимости цепи. Включение цепи на напряжение произвольной формы. Применение формулы Дюамеля к расчету переходных процессов);

Тема 5.3 Операторный метод расчета переходных процессов в электрических цепях (Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов в электрической цепи. Изображение по Лапласу отдельных функций времени. Свойства изображений. Изображение напряжения на сопротивлении R, индуктивности L и на ёмкости C. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме Эквивалентные операторные схемы замещения. Внутренние источники энергии на схеме замещения.);

Тема 5.4 Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом (Теорема (формула) разложения. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом при постоянных и синусоидальных источниках энергии.);

Раздел 6 Нелинейные электрические цепи при постоянных токах;

Тема 6.1 Нелинейные резистивные элементы в электрических цепях (Характеристики и параметры. Расчет нелинейных электрических цепей при постоянных токах. Аналитические, графические и численные методы анализа электрических цепей);

Раздел 7 Нелинейные электрические цепи при переменных токах;

Тема 7.1 Нелинейные элементы цепей переменного тока (активные, индуктивные, ёмкостные) (Инерционные и безынерционные нелинейные элементы. Аналитические, графо-аналитические и численные методы анализа нелинейных цепей. Расчет нелинейных цепей переменного тока с безынерционными элементами по мгновенным значениям. Понятие об условно-нелинейных элементах. Расчёт электрических цепей с условно-нелинейными элементами по действующим значениям);

Тема 7.2 Цепи с нелинейными сопротивлениями (Идеальный и реальный полупроводниковый вентиль. Эквивалентные схемы вентиля. Однополупериодный выпрямитель с активной нагрузкой, графический и аналитический методы расчёта. Постоянная составляющая, действующее значение тока, активная мощность и коэффициент мощности цепи однополупериодного выпрямления);

Тема 7.3 Катушка с ферромагнитным сердечником как нелинейный индуктивный элемент (Форма тока, напряжения и магнитного потока при питании катушки с ферромагнитным сердечником от источника синусоидального напряжения. Замена нелинейных элементов условно нелинейными элементами (условная линеаризация). Схемы замещения и векторные диаграммы катушки с ферромагнитным сердечником. Явления феррорезонанса напряжений и токов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической

			подготовки
Раздел 1.	Электрическая цепь и ее элементы		
Тема 1.1.	Физические основы электротехники. Пассивные элементы электрической цепи: резистивный элемент, индуктивный элемент, ёмкостный элемент – их характеристики и параметры. Источники энергии, их характеристики и параметры. Соотношения между напряжением и током в элементах	2	
Тема 1.2.	Величины, характеризующие синусоидальный ток. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме; Цепь синусоидального тока с сопротивлением, с индуктивностью, с ёмкостью. Комплексное сопротивление. Последовательное соединение сопротивления, индуктивности и емкости. Треугольники напряжений и сопротивлений. Проводимости цепи синусоидального тока. Треугольники токов и проводимостей. Мощности цепи синусоидального тока. Треугольник мощностей	2	
Тема 1.3.	Расчёт цепей синусоидального тока с одним источникам питания: последовательное, параллельное, смешанное соединение приёмников. Векторные диаграммы. Мощности. Методы расчёта цепей синусоидального тока с несколькими источниками энергии: метод уравнений Кирхгофа, метод контурных токов, метод наложения, метод узловых потенциалов	2	
Тема 1.4.	Резонанс в	2	

	последовательном колебательном контуре, условие резо-нанса напряжений. Резонансная частота. Характеристическое сопро-тивление, добротность. Частотные характеристики. Резонансные кривые, полоса пропускания. Параллельный колебательный контур, векторная диаграмма. Условие резонанса токов. Резонансная частота		
Раздел 2.	Магнитные цепи		
Тема 2.1.	Индуктивно-связанные элементы в электрической цепи. Магнитные потоки самоиндукции и взаимной индукции. ЭДС взаимоиндукции, напряжение и со-противление взаимной индуктивности. Коэффициент связи индуктивно-связанных катушек. Комплексное сопротивление взаимной индуктивности. Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек. Согласное и встречное включение	2	
Тема 2.2.	Характеристики ферромагнитных материалов. Магнитная цепь. Основные понятия и законы магнитных цепей. Аналогия между магнитными цепями и электрическими цепями с нелинейными элементами	2	
Раздел 3.	Трехфазные электрические цепи		
Тема 3.1.	Трёхфазный источник питания. Порядок следования фаз. Схемы соединения трехфазных цепей (звездой и треугольником); основные	2	

	определения и соотношения. Симметричные режимы в трехфазных цепях. Расчёт симметричных режимов работы трёхфазных электрических цепей;		
Тема 3.2.	Расчёт несимметричных режимов работы трёхфазных электрических цепей. Роль нулевого провода. Мощности трехфазной цепи при симметричных и несимметричных режимах	2	
Раздел 4.	Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами		
Тема 4.1.	Представление периодических несинусоидальных величин тригонометрическими рядами Фурье	2	
Тема 4.2.	Расчет линейных электрических цепей с несинусоидальными токами	2	
Раздел 5.	Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях		
Тема 5.1.	Классический метод расчета переходных процессов. Возникновение переходных процессов. Законы коммутации	2	
Тема 5.2.	Переходные процессы в цепи с последовательным соединением R,L,C - элементов.Включение цепей с R,L,C- элементами на постоянное напряжение. Включение цепи R - L на синусоидальное напряжение	2	
Тема 5.3.	Операторный метод расчета переходных процессов в электрических цепях. Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов в электрической	2	

	цепи		
Тема 5.4.	Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом при постоянных и синусоидальных источниках энергии	1	
Раздел 6.	Нелинейные электрические цепи при постоянных токах		
Тема 6.1.	Нелинейные резистивные элементы в электрических цепях. Расчет нелинейных электрических цепей при постоянных токах. Аналитические, графические и численные методы анализа электрических цепей	1	
Раздел 7.	Нелинейные электрические цепи при переменных токах		
Тема 7.1.	Нелинейные элементы цепей переменного тока (активные, индуктивные, ёмкостные)	1	
Тема 7.2.	Цепи с нелинейными сопротивлениями. Идеальный и реальный полупроводниковый вентиль. Эквивалентные схемы вентиля.	1	
Тема 7.3.	Катушка с ферромагнитным сердечником как нелинейный индуктивный элемент. Схемы замещения и векторные диаграммы катушки с ферромагнитным сердечником. Явления феррорезонанса напряжений и токов	2	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет цепей постоянного тока	2	
Раздел 1.	Расчет цепей однофазных	2	

	цепей переменного тока		
Раздел 1.	Расчет четырехполюсников	2	
Раздел 2.	Расчёт магнитных цепей	2	
Раздел 2.	Расчёт электрических цепей синусоидального тока с взаимной индуктивностью	4	
Раздел 3.	Расчёт трёхфазных электрических цепей	20	
Раздел 4; Тема 4.2.	Расчет линейных электрических цепей с несинусоидальными токами	4	
Раздел 5; Тема 5.1.	Расчёт переходных процессов после коммутации в электрической цепи R,L,C	4	
Раздел 5; Тема 5.4.	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Расчет второй коммутации операторным методом	4	
Раздел 7; Тема 7.3.	Расчет установившихся режимов в нелинейных электрических цепях при переменных токах	4	
Итого:		**48**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Исследование цепи синусоидального тока	4	
Раздел 1.	Резонансные явления в электрической цепи	4	
Раздел 2.	Исследование цепей переменного тока с индуктивно- связанными катушками	4	
Раздел 3.	Исследование цепи трехфазного тока при соединении нагрузки звездой	4	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы	**Темы курсовых работ**	**Трудоемкость, *академ.час***

дисциплины	(проектов)	всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	14	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	14	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала;	14	

	2. Прохождение тестирования; 3. Решение задач.		
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	15	
Контроль	*Подготовка к экзамену (3 семестр)*	18	
Контроль	*Подготовка к экзамену (4 семестр)*	45	
Итого:		**156**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Задачи; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Задачи; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		3. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Задачи; 2. Тестовые задания
Раздел 7.	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Задачи; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен (3 семестр).	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену
Экзамен (4 семестр).	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 14	зачтено
13	- / -	не зачтено

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
– менее 13 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; задачи; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используются вопросы из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный процент	Проходной процент	Оценка
100	не менее 80	зачтено
79	- / -	не зачтено

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию решений задач

Решение задач – это форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется под руководством и контролем со стороны преподавателя с целью формирования знаний и умений.

Критерии оценки решения задач:

– правильность решения задач (учитывается количество и характер ошибок);

– сознательность решения задач (учитывается понимание материала);

– логика изложения материала решения (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
– использование при выполнении учебных заданий требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие).
– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.
Критерии оценки решения задачи:

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся решил задачу в полном объёме; расчеты проведены правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать решение, применить знания на практике; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает решение неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать решение и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в решении или ответе в целом, искажающие смысл задания, не может обосновать решение. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	неудовлетворительно

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным

планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен (3 семестр); экзамен (4 семестр).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (3 семестр)

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной

Оценка	Требования к знаниям
	дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене (4 семестр)

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи : учебник для вузов / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 831 с. — ISBN 978-5-534-10731-9. – URL: https://urait.ru/bcode/517560 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Новожилов, О. П. Электротехника (теория электрических цепей) в 2 ч. Часть 1. : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 403 с. — ISBN 978-5-534-04038-8. – URL: https://urait.ru/bcode/537713 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Основы теоретической электротехники : учебное пособие / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Е. Б. Соловьева [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 592 с. – ISBN 978-5-8114-0781-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/210227 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие для вузов / Г. И. Атабеков ; составители О. И. Бабошко, И. С. Маркова. – 10-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 592 с. – ISBN 978-5-8114-7104-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/155669 (дата обращения: 27.03.2025);

5 Сборник задач по основам теоретической электротехники : учебное пособие / под редакцией Ю.А. Бычкова [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-1157-3. – URL: https://e.lanbook.com/book/210608 (дата обращения: 27.03.2025);

6 Основы теории цепей : учебник для вузов / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В Нетушил, С. В. Страхов. – 5-е изд., перераб. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство

Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную специальными электротехническими стендами;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Кузнецова Елена Степановна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники);

доцент Симаков Вадим Петрович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании ученого совета Института.

Согласовано:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

3 семестр

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Единицей измерения величины магнитного потока является:

а) Вебер; б) Вольт; в) Генри; г) Кулон.

2 Единицей измерения величины электрического заряда является:

а) Генри; б) Вольт; в) Вебер; г) Кулон.

3 Единицей измерения величины тока является:

а) Ом; б) Вольт; в) Ампер; г) Сименс.

4 Как записывается первый закона Кирхгофа?

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $\sum_{k=1}^{n} U_k = \sum_{k-1}^{n} E_k$; в) $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$; г) $W = R \cdot I^2 \cdot t$.

5 Как записывается второй закона Кирхгофа?

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $W = R \cdot I^2 \cdot t$; в) $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$; г) $\sum_{k=1}^{n} U_k = \sum_{k-1}^{n} E_k$.

6 Какой из проводов одинакового диаметра и длины сильнее нагревается при одном и том же токе: медный или алюминиевый?

а) медный; б) алюминиевый; в) оба провода нагреваются одинаково.

7 Чему будет равно напряжение на каждой из десяти одинаковых ламп накаливания, соединенных последовательно, если на входе цепи действует напряжение U=220В?

а) 220В; б) 110 В; б) 22В.

8 Три резистора сопротивлением $R_1 = 20\,Ом$, $R_2 = 40\,Ом$, $R_3 = 50Ом$ соединены параллельно. Чему будет равен ток на входе цепи, если U=200В?

а) 4А; б) 5А; в) 10А; г) 19А.

9 Два резистора соединены последовательно: $R_1 > R_2$. В каком сопротивлении выделится бo'льшая мощность?

а) в R_1; б) в R_2; в) мощности равны.

10 Индуктивности характеризуется … характеристикой.

а) вольт-амперной; б) вебер-амперной; в) кулон-вольтной.

11 Два резистора соединены параллельно: $R_1 > R_2$. В каком сопротивлении будет бo'льший ток?

а) в R_1; б) в R_2; в) токи равны.

12 Ёмкость характеризуется … характеристикой.

а) кулон - вольтной; б) вебер - амперной; в) вольт - амперной.

13 При параллельном соединении двух сопротивлений (R_1 и R_2) справедлива формула:

а) $R_{1,2} = R_1 + R_2$; б) $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$; в) $R_{1,2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$.

14 Два резистора соединены параллельно: $R_1 = 4\,\text{Ом}$; $R_2 = 6\,\text{Ом}$.Ток неразветвлённого участка цепи: I = 5А. Чему равен ток в резисторе R_1?

а) 5А; б) 4А; в) 3А; г) 2А.

15 Два резистора с сопротивлениями $R_1 = 30\ \text{Ом}$ и $R_2 = 20\ \text{Ом}$ соединены последовательно. Напряжение на входе: U = 100В. Чему равно напряжение на резисторе R_1?

а) 100В; б) 60В; в) 50В; г) 40В.

16 Материал, который не пропускает электрический ток называется

а) диод

б) диэлектрик

в) ферромагнетик

г) провод

17 Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?

а) Амперметры

б) Ваттметры

в) Вольтметры

г) Омметры

18 Укажите формулу для определения закона Джоуля-Ленца

а) I=U/R

б) Σ IR=Σ E

в) Σ I=0

г) $P=I^2R$

19 Единицы измерения напряжения

а) Ампер

б) Вольт

в) Ом

г) Сименс

20 Единицы измерения сопротивления

а) Ампер; б) Вольт; г) Ом; д) Сименс

Раздел 1 Электрическая цепь и ее элементы

1.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Перечень вопросов для тестирования:

1 Цепь синусоидального тока с ёмкостью С описывается уравнением:

а) $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{-j \cdot X_C};$

б) $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{j \cdot X_C};$

в) $P = X_C \cdot I^2;$

г) $Q=0.$

2 Угол сдвига фаз в цепи синусоидального тока при последовательном соединении элементов определится по формуле:

а) $\varphi = arctg\frac{X_L + X_C}{R};$

б) $\varphi = arctg\frac{X_L - X_C}{R};$

в) $\varphi = \arccos\frac{X_L - X_C}{R}.$

3 По какой формуле можно определить активную проводимость ветви цепи синусоидального тока с сопротивлением $R \quad и \quad X_L$?

а) $G = \frac{R^2}{R^2 + X_L^2};$

б) $G = \frac{R}{R^2 + X_L^2};$

в) $G = \frac{R}{R + X_L};$

г) $G = \frac{R}{R^2 - X_L^2}.$

4 Угол сдвига фаз в цепи синусоидального тока при параллельном соединении приёмников определится по формуле:

а) $\varphi = arctg\frac{B_L + B_C}{G};$ б) $\varphi = arctg\frac{B_L - B_C}{G};$ в) $\varphi = arctg\frac{B_L - B_C}{R}.$

5 Чему будет равен модуль полного сопротивления цепи синусоидального тока с элементами: R = 30 Ом, X_L = 20 Ом и X_C = 60 Ом?

а) $Z = 50$ Ом;

б) $Z = 60$ Ом;

в) $Z = 70$ Ом;

г) $Z = 110$ Ом.

6 Чему будет равно действующее значение тока при подключении сопротивления (R = 80 Ом) и ёмкости (с реактивным сопротивлением X_C = 60 Ом) к источнику синусоидального напряжения (U = 140 В)?

а) $I = 1\ A$;

б) $I = 1,4\ A$;

в) $I = 5\ A$;

г) $I = 7\ A$.

7 Закон изменения тока во времени: $i(t) = 4\sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t)$, А. По какому закону тогда изменяется напряжение на ёмкости (X_C = 40 Ом)?

а) $u_C(t) = 160\sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t - 90^{\circ})$, В;

б) $u_C(t) = 160 \cdot Sin(\omega \cdot t - 90^{\circ})$, В;

в) $u_C(t) = 160 \cdot \sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t)$, В;

г) $u_C(t) = 160 \cdot \sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t + 90^{\circ})$, В.

8 Для цепи синусоидального тока при параллельном соединении двух приёмников справедлива формула:

а) $\underline{Z}_{1,2} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2$;

б) $\underline{Z}_{1,2} = \dfrac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$;

в) $\underline{Z}_{1,2} = \dfrac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}$;

г) $I = I_1 + I_2$.

9 Как запишется мгновенное значение напряжения, если комплексное действующее значение напряжения равно: $\dot{U} = (50 + j \cdot 50)\ B$?

а) $u(t) = 100 \cdot Sin(\omega t + 45^{\circ})B$;

б) $u(t) = 50 \cdot \sqrt{2} \cdot Sin(\omega t + 45^{\circ})B$;

в) $u(t) = 100 \cdot Sin(\omega t)B$;

г) $u(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \cdot Sin(\omega\ t + 45^{\circ})B$.

10 Чему равен модуль комплексного сопротивления цепи, содержащей активное сопротивление R и ёмкость C?

а) $\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$;

б) $R - \frac{1}{\omega C}$;

в) $\sqrt{R^2 + (\omega C)^2}$;

г) $\sqrt{R^2 - \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$.

11 Для электрической цепи синусоидального тока известны законы изменения напряжения и тока $u(t) = 200 \cdot Sin(\omega t - 30^{\circ})B$; $i(t) = 2 \cdot Sin(\omega t - 90^{\circ})A$. Определить активную мощность в цепи.

а) $P = 50Bm$;

б) $P = 100Bm$;

в) $P = 200Bm$;

г) $P = 400Bm$.

12 Чему будет равно действующее значение тока при подключении катушки индуктивности ($R_к$ = 30 Ом и X_L = 40 Ом) к источнику синусоидального напряжения, если U = 210 В ?

а) $I = 7\ A$;

б) $I = 5{,}025A$;

в) $I = 4{,}2\ A$;

г) $I = 3\ A$.

13 Комплексное действующее значение напряжения $\dot{U} = 80 \cdot e^{j \cdot 30^{\circ}}$. Как запишется закон изменения напряжения во времени?

а) $u(t) = \frac{80}{\sqrt{2}} \cdot Sin(\omega \cdot t + 30^{\circ})$, В;

б) $u(t) = 80 \cdot Sin(\omega \cdot t + 30^{\circ})$, В;

в) $u(t) = 80\sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t + 30^{\circ})$, В;

г) $u(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot Sin(\omega \cdot t)$, В.

14 Чему будет равно действующее значение напряжения при подключении сопротивления (R = 120 Ом) и ёмкости (с реактивным

сопротивлением X_C = 160 Ом) к источнику синусоидального тока (I = 0,5 А)?

а) $U = 60\,B$;

б) $U = 80B$;

в) $U = 100B$;

г) $U = 140B$.

15 Какое соотношение характеризует связь между током и напряжением для резистивного элемента?

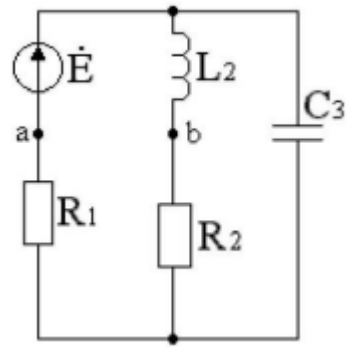
а) $u_R(t) = \frac{i(t)}{R}$;

б) $u_R(t) = R \cdot i(t)$;

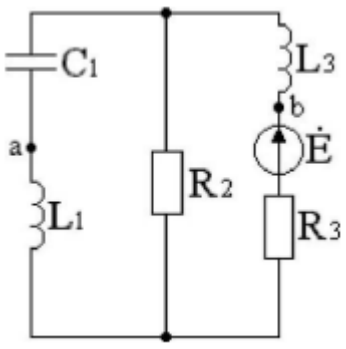
в) $u_R(t) = R \cdot i^2(t)$;

г) $i(t) = R \cdot u_R(t)$.

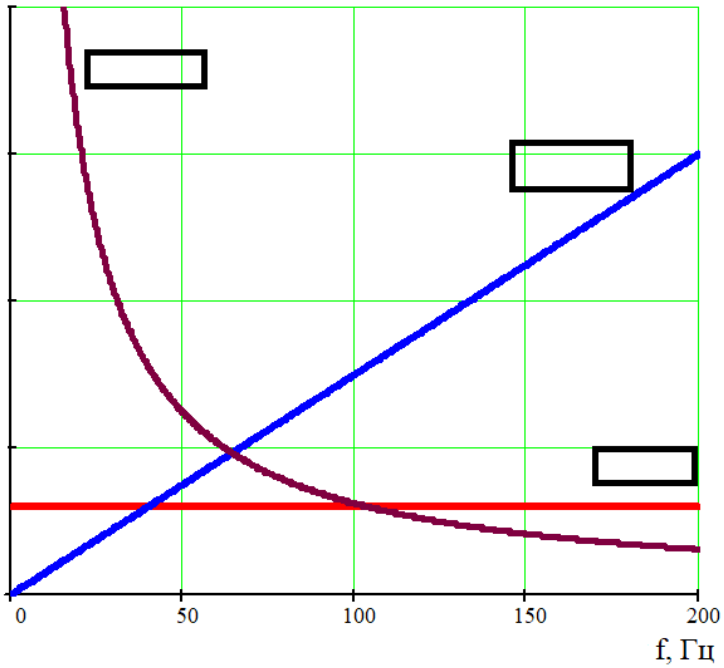
16. Для схемы найти общий ток, значение тока взять по модулю. округлить до двух знаков после запятой. R1= 14 Ом, R2= 10 Ом, Xc1= 15 Ом, E = 100В.



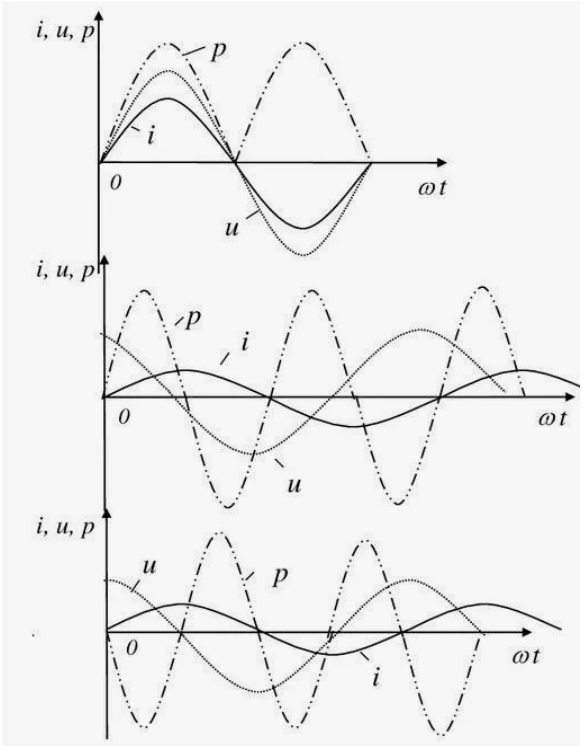
17. Для схемы найти общие сопротивление, значение сопротивления взять по модулю. округлить до двух знаков после запятой. R2= 14 Ом, R3= 10 Ом, Xc1= 16 Ом, XL3= 8, Ом, E = 100В.



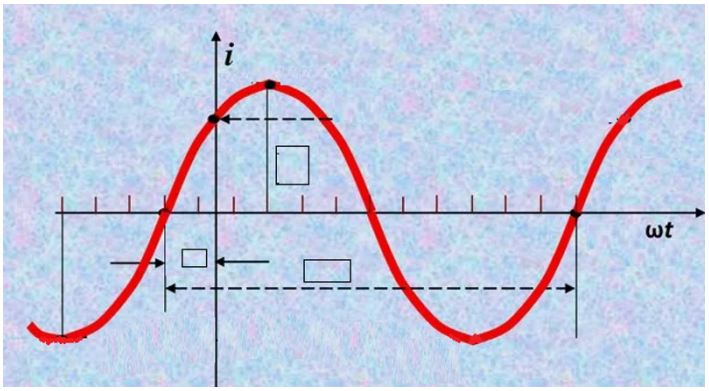
18. Соотнесите XL, XC, R к зависимости от частоты тока. .



19. Для каких элементов электрической цепи R, L, C соотвествуют законы изменения тока, напряжения и мощности.



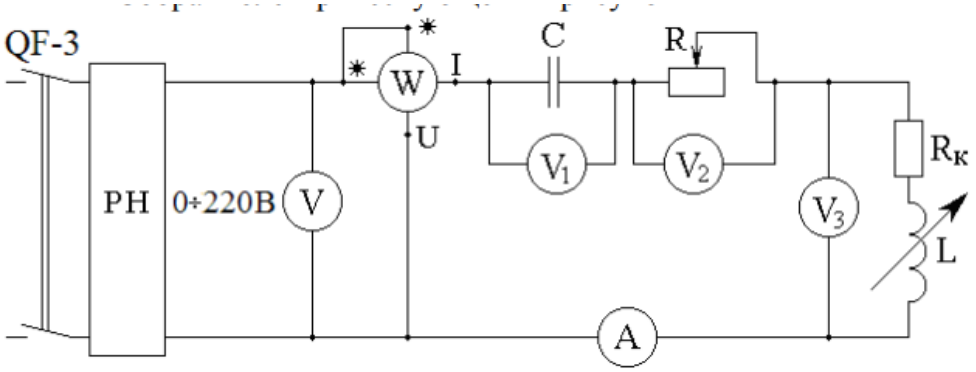
20. Указать на рисунке амплитуду тока, начальную фазу и период для переменного тока



1.2 Выполнение лабораторных работ

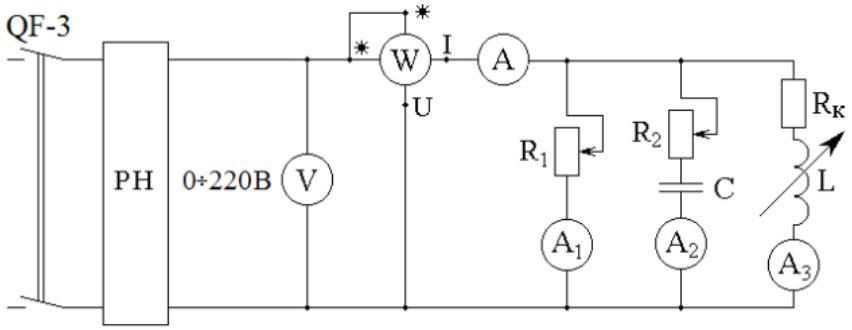
Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Задание для лабораторной работы «Исследование цепи синусоидального тока»



По экспериментальным данным рассчитать параметры элементов схемы при последовательном соединении.

Построить в масштабе векторные диаграммы напряжений для двух режимов. Построить треугольники сопротивлений для двух режимов. Построить треугольники мощностей для двух режимов.



По экспериментальным данным рассчитать параметры элементов схемы при параллельном соединении.

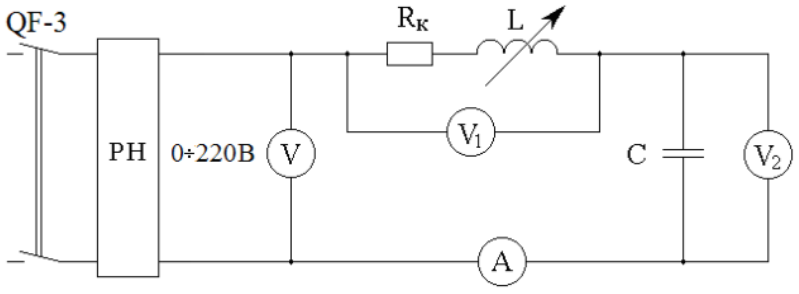
Построить в масштабе векторные диаграммы токов для двух

режимов.

Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе

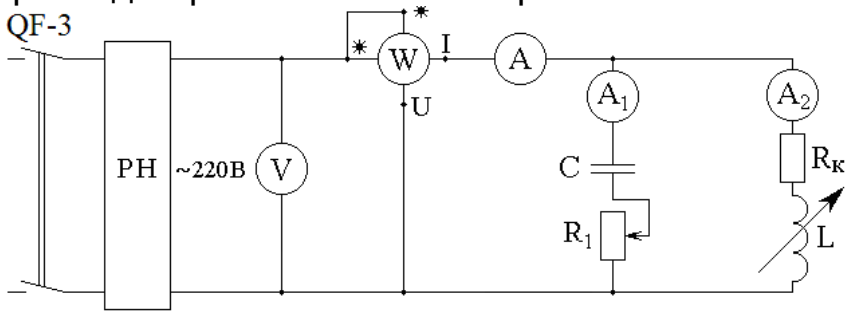
1. Как зависят индуктивное и ѐмкостное сопротивления от частоты переменного тока?
2. Как зависит индуктивное сопротивление катушки от еѐ индуктивности?
3. Как зависит ѐмкостное сопротивление конденсатора от его ѐмкости?
4. Как определить модуль комплексного сопротивления участка цепи (Z), содержащего сопротивление, индуктивность и ѐмкость?
5. Как определить комплексное сопротивление цепи (Z) по известным активному, индуктивному и ѐмкостному сопротивлениям?
6. Как по известным активному и реактивному сопротивлениям ветви найти ее активную и реактивную проводимости?
7. Как определить угол сдвига фаз для цепи с последовательным соединением активного, индуктивного и ѐмкостного сопротивлений?
8. Как сдвинуты друг относительно друга векторы тока и напряжения в реальной катушке индуктивности? Как определить для катушки угол сдвига фаз?
9. Как определить угол сдвига фаз для цепи с параллельным соединением ветвей?
10. В каких пределах может изменяться угол сдвига фаз для ветви и для всей электрической цепи?
11. Почему сумма показаний вольтметров на участках цепи рисунка 1.1 не равна показанию вольтметра входного напряжения?
12. Почему сумма показаний амперметров всех параллельных ветвей цепи не равна показанию амперметра в ветви с источником энергии?

Задание для лабораторной работы «Резонансные явления в электрической цепи»



Получить для электрической цепи режим резонанса (резонанс напряжений). Для этого выполнить следующее: изменяя индуктивность вариометра добиться в электрической цепи максимального значения

тока (по амперметру); уточнить полученный режим резонанса в цепи, проверив выполнение соотношения для напряжений в цепи. По результатам измерений построить в масштабах на комплексной плоскости векторные диаграммы токов и напряжений.



Получить для электрической цепи режим резонанса (резонанс токов). Для этого, изменяя индуктивность вариометра, добиться в электрической цепи равенства полной и активной мощностей. По результатам измерений построить в масштабах на комплексной плоскости векторные диаграммы токов и напряжений.

Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе

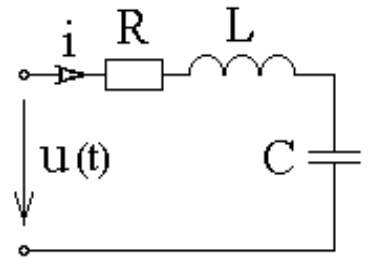
1. Что является условием возникновения резонанса напряжений?
2. Как определится резонансная частота резонанса напряжений?
3. Почему резонансное явление в цепи, изображенное на рисунке 2.1 называется резонансом напряжений?
4. Почему при резонансе напряжений ток в электрической цепи имеет максимальное значение?
5. Почему напряжение на катушке в последовательной цепи при резонансе напряжений оказывается больше напряжения на конденсаторе?
6. При каком условии напряжения на индуктивности и ѐмкости при резонансе напряжений будут больше напряжения на входе цепи?
7. Как запишется закон Ома для электрической цепи? Чему равно полное сопротивление цепи в случае резонанса?
8. Что такое добротность резонансного контура, как она определяется? Какой физический смысл имеет добротность контура?
9. Что такое характеристическое сопротивление резонансного контура, как оно определяется?
10. Что является условием возникновения резонанса токов?
11. Почему резонансный режим в цепи, изображенной на рисунке называется резонансом токов?
12. Почему режим резонанса для электрической цепи рисунка можно определить по равенству полной и активной мощностей?

1.3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры задач для практических занятий.

1.



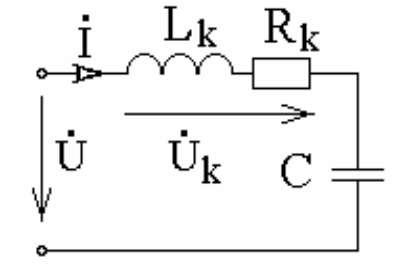
Дано: f = 50 Гц ; P = 100 Вт ; $\varphi = -30^{\circ}$;

R = 4 Ом ; C = 318 мкФ.

Определить: U, I, L, Q, S.

Построить векторную диаграмму.

2.



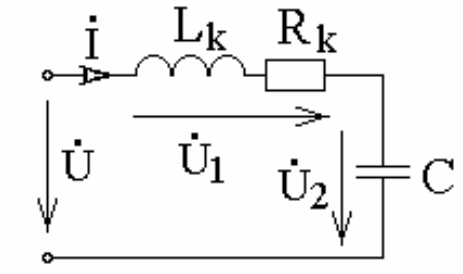
Дано: f = 50 Гц ; U_K = 282,8 В ; $\varphi = -60^{\circ}$;

L_K = 159,2 мГн ; R_K = 50 Ом .

Определить: U, I, C, P, Q, S.

Построить векторную диаграмму.

3.



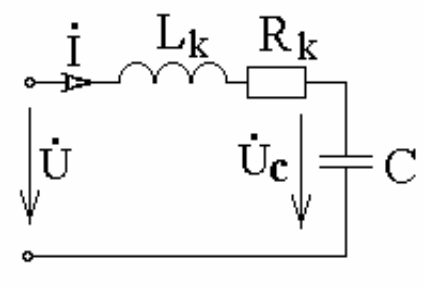
Дано: f = 50 Гц ; $\varphi = 0^{\circ}$;

U_1 = 100 В ; U_2 = 60 В ; I = 2 А .

Определить: U, R_K , L_K , C , P.

Построить векторную диаграмму.

4.



Дано: f = 50 Гц ; U_C = 100 В ;

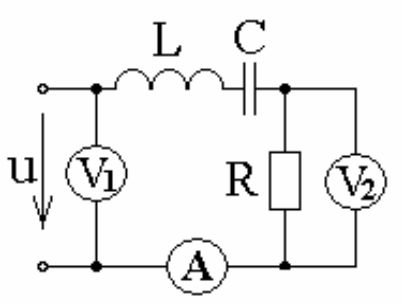
$\varphi = 60^{\circ}$; P = 125 Вт ;

C = 127,3 мкФ .

Определить: U, I, R_K , L_K , Q.

Построить векторную диаграмму.

5.



Дано: f = 50 Гц ; U_2 = 40 В ;

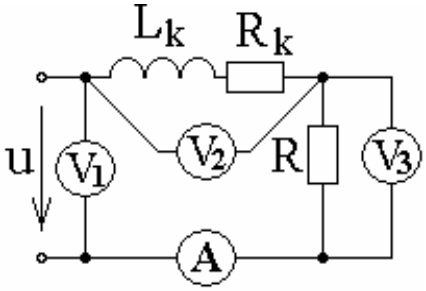
L = 63,7 мГн ;

R = 8 Ом ; C = 122,4 мкФ .

Определить: U_1, I, L , P , Q ,S .

Построить векторную диаграмму.

6.



Дано: f = 50 Гц ; U_1 = 220 В ;

U_2 = 138 В ; U_3 = 110 В ; R = 22 Ом .

Определить параметры катушки индуктивности:

R_K, L_K , ток I . Построить векторную диаграмму.

Раздел 2 Магнитные цепи

2.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Перечень вопросов для тестирования:

1 Какое соотношение справедливо для цепи синусоидального тока с последовательным соединением двух индуктивно-связанных катушек при согласном (“С ”) включении?

а) $L_C = L_1 + L_2 - 2 \cdot M$;

б) $L_C = L_1 + L_2 + 2 \cdot M$;

в) $L_C = L_1 + L_2 + M$.

2 По какой формуле определится коэффициент связи двух индуктивно-связанных катушек с собственными индуктивностями L_1 и L_2 и взаимной индуктивностью M ?

а) $k = \frac{M}{L_1 + L_2}$;

б) $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 + L_2}}$;

в) $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$;

г) $k = \frac{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}{M}$.

3 Какой метод расчёта сложных электрических цепей недопустимо применять к расчёту цепей с индуктивно-связанными элементами?

а) метод уравнений Кирхгофа;

б) метод контурных токов;

в) метод узловых потенциалов;

г) метод наложения.

4 Какое соотношение справедливо для цепи синусоидального тока с последовательным соединением двух индуктивно-связанных катушек при встречном включении (“В”)?

а) $L_B = L_1 + L_2 - 2 \cdot M$;

б) $L_B = L_1 + L_2 + 2 \cdot M$;

в) $L_B = L_1 + L_2 - M$.

5 В каких пределах изменяется коэффициент связи двух индуктивно-связанных катушек M ?

а) $0 \le k < 1$;

б) $1 \le k < 2$;

в) $k > 1$;

г) $0 \le k < 2$.

6 Какое соотношение справедливо для цепи синусоидального тока с последовательным соединением двух индуктивно-связанных катушек при согласном (“С ”) и встречном включениях (“В”)?

а) $X_C - X_B = X_M$;

б) $X_C - X_B = 2 \cdot X_M$;

в) $X_C - X_B = 4 \cdot X_M$;

г) $Z_C < Z_B$.

7 Комплексное сопротивление взаимной индуктивности определится по формуле.

а) $\underline{Z}_M = j \cdot f M$;

б) $\underline{Z}_M = j \cdot \omega M$;

в) $\underline{Z}_M = 2\pi f M$;

г) $\underline{Z}_M = j \cdot \frac{1}{\omega M}$.

8 Магнитное напряжение участка магнитной цепи запишется:

а) $\mathrm{U_M = R_M \cdot I}$;

б) $\mathrm{U_M = R_M \cdot H}$;

в) $\mathrm{U_M = R_M \cdot B}$;

г) $\mathrm{U_M = R_M \cdot \Phi}$.

9 С учётом допущений, принимаемых для магнитной цепи: ($\Phi_\sigma = 0;\ B_k = Const$) для участка магнитной цепи магнитный поток Φ и магнитная индукция B связаны соотношением:

а) $\mathrm{\Phi = W \cdot B}$;

б) $\Phi = \frac{B}{S}$;

в) $\mathrm{\Phi = S \cdot B}$;

г) $\Phi = [] \cdot B$.

10 Абсолютная магнитная проницаемость ферромагнетика определится:

а) $\mu_a = \frac{B}{\Phi}$; б) $\mu_a = \frac{B}{F}$; в) $\mu_a = \frac{B}{H}$; г) $\mu_a = \frac{\mu}{\mu_0}$.

11 Статическое сопротивление нелинейного резистивного элемента определится:

а) $R_{cm} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$; б) $R_{cm} = \frac{dU}{dI}$; в) $R_{cm} = \frac{\Delta I}{\Delta U}$.

12 Для магнитного сопротивления участка магнитной цепи справедливо соотношение:

а) $R_M = \frac{\square}{\mu_a \cdot S}$;

б) $R_M = \frac{1}{\mu_a \cdot \square \cdot S}$;

в) $R_M = \mu_a \frac{\square}{S}$;

г) $R_M = \frac{S}{\mu_a \cdot \square}$.

13 Как запишется второй закон Кирхгофа для магнитной цепи?

а) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k \cdot \square_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$;

б) $\sum_{k=1}^{\infty} B_k \cdot \square_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$;

в) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k \cdot S_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$

14 Магнитно-движущая сила катушки F с постоянным током I и числом витков W определится:

а) $F = \frac{I}{W}$;

б) $F = W^2 \cdot I$;

в) $F = W \cdot I^2$;

г) $F = W \cdot I$.

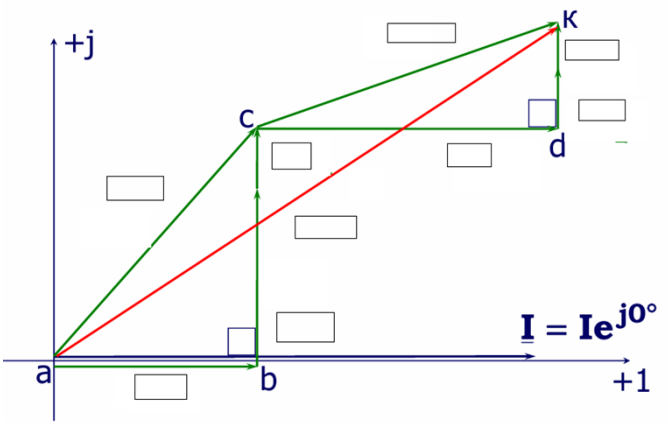
15 Как запишется первый закон Кирхгофа для магнитной цепи?

а) $\sum_{k=1}^{\infty} B_k = 0$;

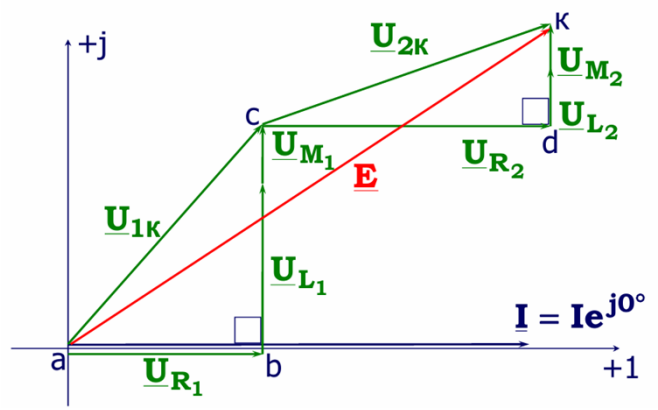
б) $\sum_{k=1}^{\infty} \Phi_k = 0$;

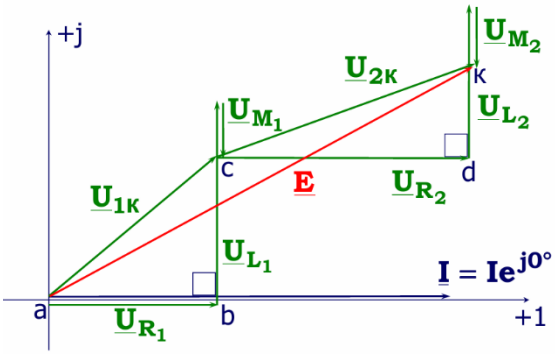
в) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k = 0$.

15. На диаграмме для электрической цепи со взаимной индкутивностью расставить вектора напряжений E, U_{R1}, U_{R2}, U_{L1}, U_{L2}, U_{M1}, U_{M2}

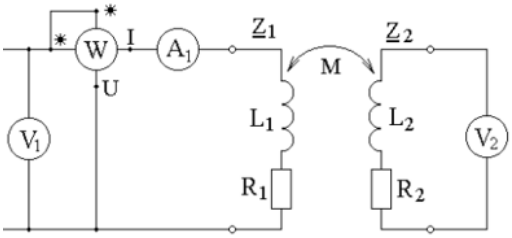


16. Сопоставить для какой электрической схемы соответствует векторная диаграмма – согласное включение и встречное включение



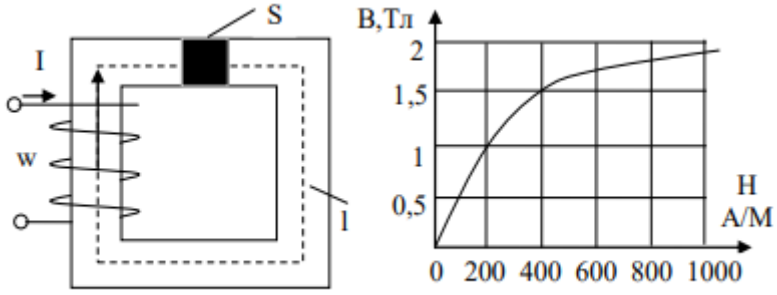


17. По измерениям P= 40 Вт, V1= 100 В, V2= 40 В, I= 2А рассчитать взаимную индуктивность, ответ записать округлив до двух знаков после запятой.

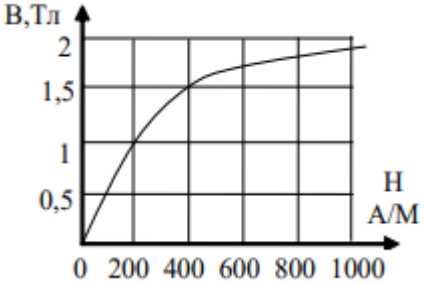


18. Если амплитуда подводимого к катушке со стальным сердечником синусоидального напряжения Um=141В, то действующее значение ЭДС (пренебрегая рассеянием и активным сопротивлением катушки) составит**….** Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.

19. Если величина магнитодвижущей силы (м.д.с.) Iw=100А, а длина средней силовой линии l=0,25м, то для показанной на рисунке цепи с сечением S величина индукции магнитного поля B в магнитопроводе равна …Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.



20. Магнитный поток Ф в сердечнике, площадь поперечного сечения которого 3см^2, а напряжение магнитного поля 400А/М равен…
Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.

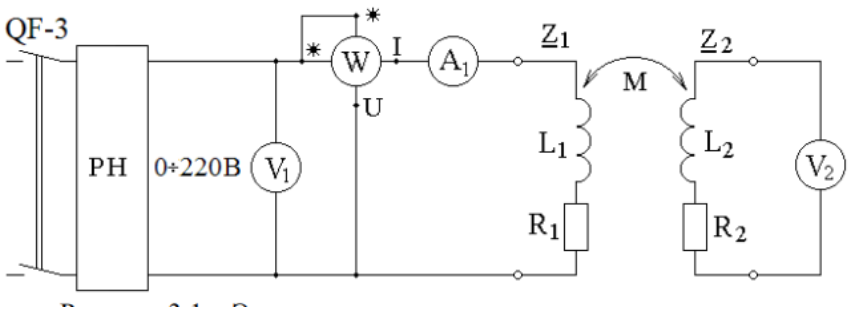


21. Если частота синусоидального напряжения f=50Гц, число витков W=495 и амплитуда магнитного напряжения Фm=0,002Вб, то действующее значение ЭДС в катушке со стальным сердечником равно… Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.

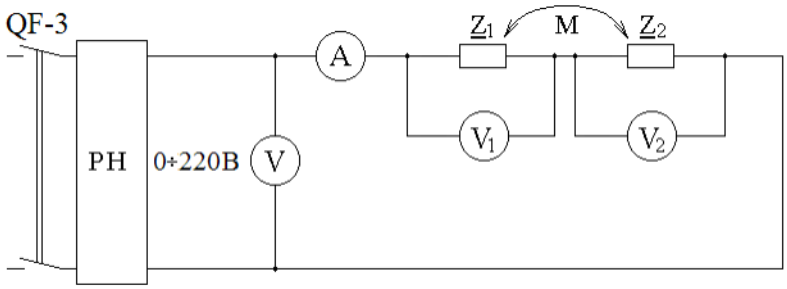
2.2 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

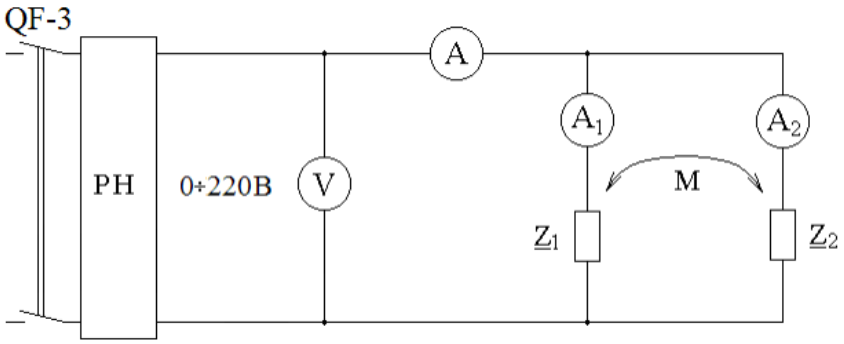
Задание для лабораторной работы «Исследование цепей переменного тока с индуктивно- связанными катушками»



По результатам измерений выполнить растёт параметров каждой из катушек индуктивности.



По результатам измерений построить в масштабах на комплексной плоскости векторные диаграммы токов и напряжений для согласного и встречного включений катушек при последовательном соединении катушек.



По результатам измерений построить в масштабах на комплексной плоскости векторные диаграммы токов и напряжений для согласного и встречного включений катушек при параллельном соединении катушек.

Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе

1. Какие элементы цепи называются индуктивно связанными?
2. Чем характеризуется степень индуктивной связи катушек?
3. Какой смысл имеет понятие одноимѐнных зажимов индуктивно связанных катушек?
4. Как можно выполнить разметку одноимѐнных зажимов индуктивно связанных катушек?
5. Какое включение называется согласным?
6. Какое включение называется встречным?
7. Чему равно сопротивление взаимной индуктивности?
8. Как определится напряжение взаимной индуктивности?
9. Чему равно полное сопротивление цепи из двух последовтельно соединенных связанных катушек при согласном включении?
10. Чему равно полное сопротивление цепи из двух последовательно соединенных связанных катушек при встречном включении?
11. Почему справедливо соотношение: $M=(L_c - L_в)/4$?

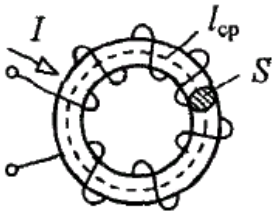
2.3 Выполнение практических работ

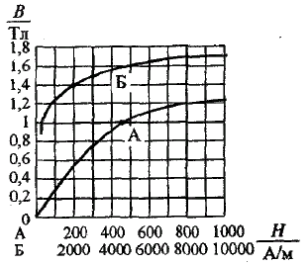
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры задач для практических занятий

1. Дано: На кольцевой сердечник помещена обмотка с числом витков w = 100 Сечение сердечника 5 = 5 см2, длина средней линии 4р = 25 см, магнитный поток в сердечнике Ф = $7 \cdot 10^4$ Вб, материал сердечника электротехническая сталь (кривая Б).

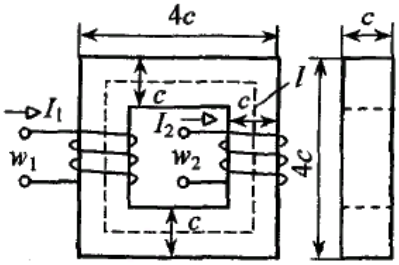
Определить ток в обмотке, рассчитать индуктивность катушек



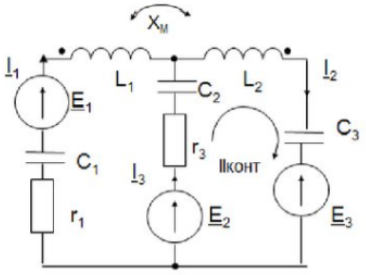


2. Дано: На замкнутом сердечнике из электротехнической стали размещены две катушки. Токи катушек, $I_1 = 3$ *А,* $I_2 = 4$ *А,* число витков w_1 = 500, w_2 = 300, с=4 см.

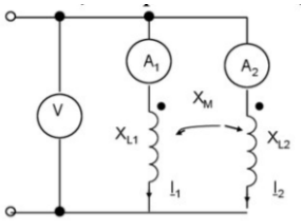
Определить: магнитный поток в сердечнике и потокосцепления катушек.



3. Составит уравнения по второму закону Кирхгофа.



4. Определить показания вольтметра, если показания первого амперметра - 18 А , второго – 12 А . X_{L1} = 10 Ом, X_M= 5 Ом.



5. Определить магнитодвижущую силу (прямая задача расчета одноконтурной магнитной цепи), необходимую для получения магнитного потока в 5,9·10–4 Вб в кольцеобразном сердечнике, сечением S = 5 см2. Длина средней линии магнитной индукции l = 25 см. Определить напряженность магнитного поля в сердечнике и относительная магнитная проницаемость материала сердечника. Материал сердечника — слаболегированная электротехническая листовая сталь Э11.

Раздел 3 Трехфазные электрические цепи

3.1 Тестирование по результатам освоения самостоятельной работы

Перечень вопросов для тестирования:

1 Какое соотношение между линейными и фазными напряжениями справедливо для трёхфазной цепи при соединении треугольником?

а) $U_{л} = \sqrt{2} \cdot U_{ф};$

б) $U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{ф};$

в) $U_{ф} = \sqrt{3} \cdot U_{л};$

г) $U_{л} = U_{ф}.$

2 При каком порядке следования фаза «В» является отстающей, а фаза «С» опережающей?

а) прямой порядок следования;

б) обратный порядок следования;

в) нулевой порядок следования.

3 Какое соотношение между линейными и фазными токами справедливо для симметричной трёхфазной цепи при соединении треугольником?

а) $I_{л} = I_{ф};$

б) $I_{л} = \sqrt{3} \cdot I_{ф};$

в) $I_{ф} = \sqrt{3} \cdot I_{л};$

г) $I_{л} = \sqrt{2} \cdot I_{ф}.$

4 Какое соотношение между линейными и фазными напряжениями справедливо для симметричной трёхфазной цепи при соединении звездой?

а) $U_{л} = \sqrt{2} \cdot U_{ф}$; б) $U_{ф} = \sqrt{3} \cdot U_{л}$;

в) $U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{ф}$; г) $U_{л} = U_{ф}$.

5 По какой формуле определится активная мощность симметричной трёхфазной цепи синусоидального тока?

а) $P = U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Cos\varphi_{ф}$;

б) $P = 3 \cdot U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Cos\varphi_{ф}$;

в) $P = \sqrt{3} \cdot U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Cos\varphi_{ф}$;

г) $P = \sqrt{3} \cdot U_{ф} \cdot I_{ф} \cdot Cos\,\varphi_{ф}$.

6 Какое соотношение между линейными и фазными токами справедливо для симметричной трёхфазной цепи при соединении звездой?

а) $I_{л} = \sqrt{3} \cdot I_{ф}$;

б) $I_{ф} = \sqrt{3} \cdot I_{л}$;

в) $I_{л} = 2 \cdot I_{ф}$;

г) $I_{л} = I_{ф}$.

7 По какой формуле определится реактивная мощность симметричной трёхфазной цепи синусоидального тока?

а) $Q = U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Sin\varphi_{ф}$;

б) $Q = 3 \cdot U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Sin\varphi_{ф}$;

в) $Q = \sqrt{3} \cdot U_{ф} \cdot I_{ф} \cdot Sin_{ф}$;

г) $Q = \sqrt{3} \cdot U_{Л} \cdot I_{Л} \cdot Sin\varphi_{ф}$.

8 Влияет ли нулевой провод на режим работы трёхфазной цепи при симметричной нагрузке?

а) влияет;

б) не влияет.

9 Оказывает ли влияние сопротивление в нулевом проводе на режим работы трёхфазной цепи при несимметричной нагрузке?

а) оказывает;

б) не оказывает.

10 Допустим ли режим короткого замыкания в трёхфазной цепи при наличии нулевого провода?

а) допустим с оговорками;

б) не допустим.

11 Окажет ли влияние обрыв одной фазы нагрузки в трёхфазной цепи при соединении нагрузки треугольником на режим работы двух оставшихся фаз?

а) окажет;

б) не окажет.12 Ставят ли в нулевой провод предохранитель?

а) ставят обязательно;

б) не ставят.

13 Нормальным по умолчанию считается … порядок следования.

а) нулевой;

б) прямой;

в) обратный.

14 Скажется ли обрыв линейного провода фазы «А» на режимах работы двух оставшихся фаз при наличии нулевого провода?

а) скажется;

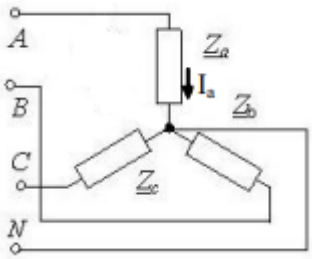
б) не скажется.

15 Скажется ли обрыв линейного провода фазы «А» на режимах работы двух оставшихся фаз при соединении нагрузки треугольником?

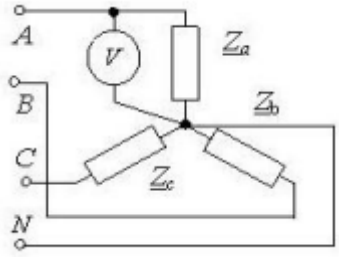
а) скажется;

б) не скажется.

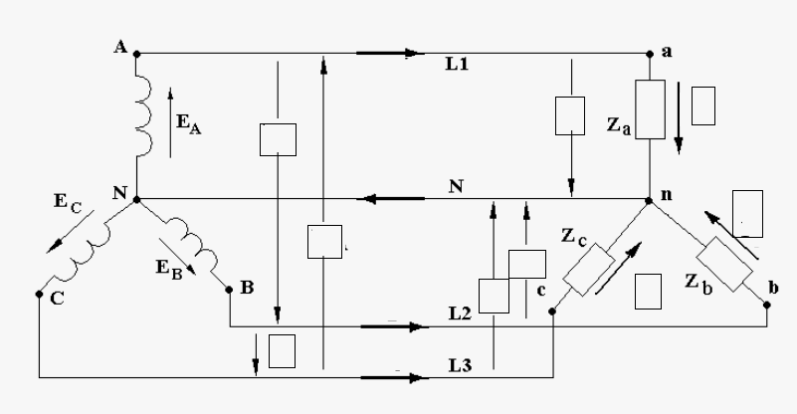
16. В трехфазной цепи фазный ток Ia=5A, то линейный ток IA равен… Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.



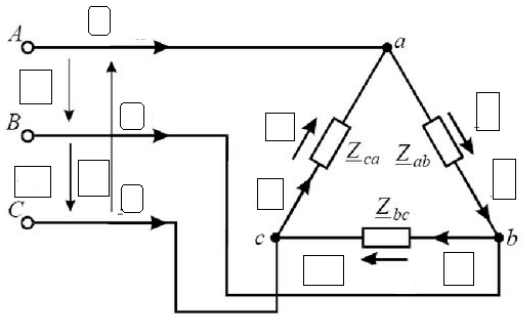
17. Если вольтметр показывает220В, фазное напряжение Ub равно… Ответ дать в численном виде, округлив до одного знака после запятой.



18.Расставить вектора напряжений и токов на схеме



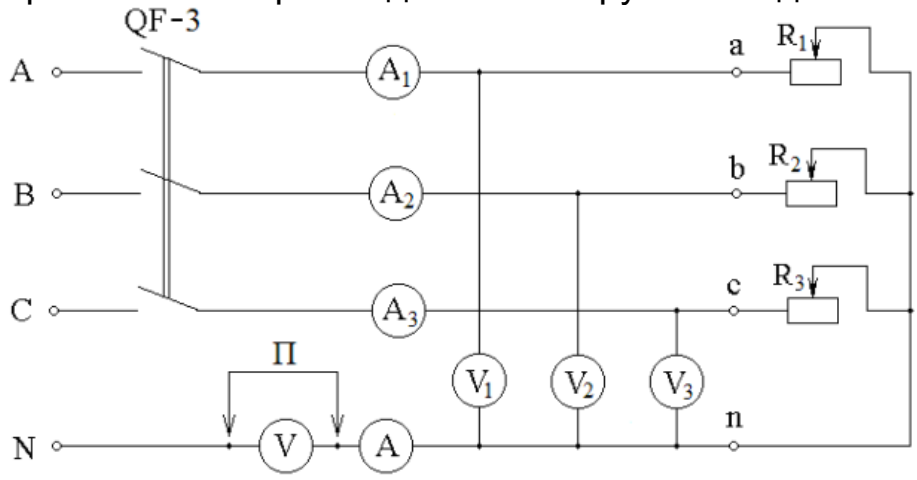
19. Расставить вектора напряжений и токов на схеме



3.2 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Задание для лабораторной работы «Исследование цепи трехфазного тока при соединении нагрузки звездой»



По экспериментальным данным построить для всех режимов трёхфазной цепи (пункты 1 – 8) в масштабе топографические векторные диаграммы фазных напряжений источника и приёмника (методом засечек) и векторные

диаграммы линейных токов. Для режима с нейтральным проводом (пункт 8) графически определить значение тока в нулевом проводе и сравнить полученное значение тока с величиной тока в эксперименте

Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе

1. Как образуется соединение звездой?
2. Какое напряжение называется линейным?
3. Какое напряжение называется фазным?
4. Какова роль нулевого (нейтрального) провода?
5. Влияет ли нулевой провод на режим работы трехфазной цепи при симметричной нагрузке?
6. Оказывает ли влияние сопротивление в нулевом проводе на режим работы в трехфазной цепи при несимметричной нагрузке?
7. Почему при коротком замыкании фазы в трехфазной цепи напряжения на других фазах нагрузки оказываются равными линейному напряжению источника?
8. Допустим режим КЗ фазы при отсутствии нулевого провода?
9. Допустим режим КЗ фазы при наличии нулевого провода?
10. Как строятся топографическая диаграмма напряжений и векторная диаграмма токов при включении в фазу —A‖ вариометра при отсутствии нулевого провода (пункт 6)?
11. Как строятся топографическая диаграмма напряжений и векторная диаграмма токов при включении в фазу —A‖ конденсатора при отсутствии и при наличии в цепи нулевого провода (пункты 7, 8)?

3.4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры задач для практических занятий

1.Дано: Uф =127 В, Rab =8 Ом, Xab = 6 Ом, Xbc = 10 Ом Rca = 10 Ом. Определить показания ваттметров. Рассчитать реактивную и полную мощности данной цепи.

2. Дано Uф = 127 В, Ra = 100 Ом, Xb = 100 Ом, Xc = –100 Ом. Определить показания амперметра. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

3. Симметричная нагрузка соединена треугольником. При измерении фазного тока амперметр показал 10 А. Чему будет равен ток в линей-ном проводе?

4. В трехфазной цепи линейное напряжение 220 В, линейный ток 2А, активная мощность 380 Вт. Найти коэффициент мощности.

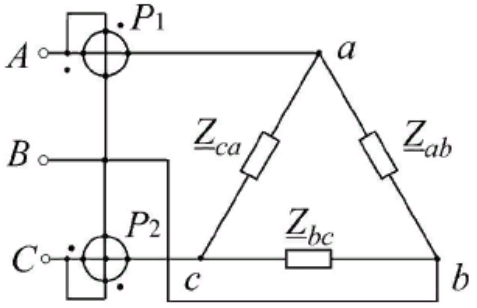
5. Линейный ток равен 2,2 А .Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой.

6. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником.

7. Определить активную и реактивную мощность приемника, соединенного по схеме звезда. Линейное напряжение 380 В, авктивное сопротивление 5 Ом, индуктивное сопротивление 8 Ом.

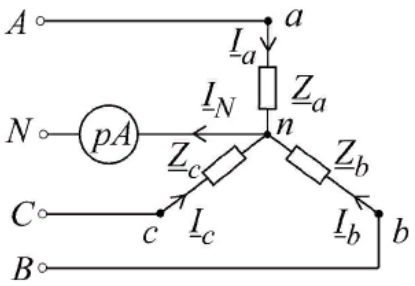
8. Определить активную и реактивную мощность приемника, соединенного по схеме треугольник. Линейное напряжение 380 В, авктивное сопротивление 10 Ом, индуктивное сопротивление 6 Ом.

9. Дано: Uф =127 В, Rab =8 Ом, Xab = 6 Ом, Xbc = 10 Ом Rca = 10 Ом. Определить показания ваттметров. Рассчитать реактивную и полную мощности данной цепи.



10. Дано Uф = 127 В, Ra = 100 Ом, Xb = 100 Ом, Xc = –100 Ом.

Определить показания амперметра. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.



5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Двухполюсные пассивные элементы электрической цепи (резистивный, индуктивный, ёмкостный). Их характеристики и параметры.

2 Двухполюсные активные элементы электрической цепи (схемы замещения источников напряжения и источников тока).

3 Синусоидальный ток и величины его характеризующие (мгновенное и амплитудное значения, частота и угловая частота, фаза и начальная фаза, угол сдвига фаз).

4 Среднее и действующее значения синусоидальных ЭДС,

напряжений и токов.

5 Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами. Основы комплексного метода расчёта цепей синусоидального тока.

6 Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.

7 Цепь синусоидального тока с сопротивлением. Комплексное сопротивление, векторная диаграмма.

8 Цепь синусоидального тока с индуктивностью. Комплексное сопротивление, векторная диаграмма.

9 Цепь синусоидального тока с ёмкостью. Комплексное сопротивление, векторная диаграмма.

10 Последовательное соединение элементов R, L и C. Треугольники напряжений и сопротивлений.

11 Проводимости цепи синусоидального тока (активная, реактивная, полная). Треугольники токов и проводимостей.

12 Мощности цепи синусоидального тока (мгновенная, активная, реактивная и полная мощности) их размерности. Треугольник мощностей. Комплексная мощность. Коэффициент мощности.

13 Последовательное соединение приёмников. Векторные диаграммы.

14 Параллельное соединение приёмников. Векторные диаграммы.

15 Смешанное соединение приёмников. Векторные диаграммы токов, топографические диаграммы напряжений.

16 Последовательный резонансный контур, резонанс напряжений. Резонансная частота, характеристическое сопротивление, добротность. Частотные характеристики.

17 Параллельный резонансный контур, резонанс токов. Условие резонанса. Резонансная частота. Векторная диаграмма.

18 Индуктивно-связанные элементы. Коэффициент связи. Напряжение и сопротивление взаимной индуктивности.

19 Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек. Согласное и встречное включения. Вариометр.

20 Схемы соединения трёхфазных цепей. Определения и соотношения.

21 Симметричные режимы в трёхфазных цепях. Расчёт симметричных режимов в трёхфазных цепях.

22 Несимметричные режимы в трёхфазных цепях. Расчёт несимметричных режимов. Роль нулевого провода. Мощности трёхфазной цепи.

23 Нелинейные элементы электрических цепей, их характеристики и параметры.

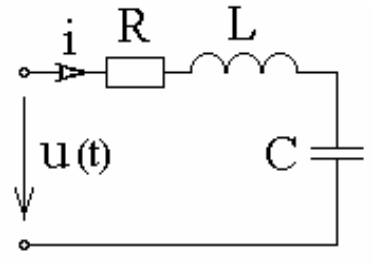
24 Аналитические методы расчёта нелинейных электрических цепей постоянного тока.

24 Графические методы расчёта нелинейных электрических цепей постоянного тока.

25 Законы магнитных цепей.

Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1

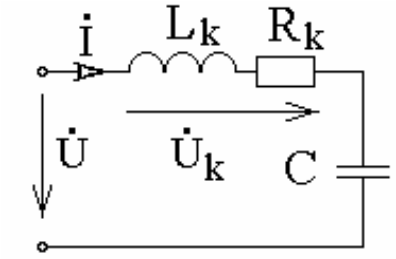


Дано: f = 50 Гц ; P = 100 Вт ; $\varphi = -30^{\circ}$; R = 4 Ом ; C = 318 мкФ.

Определить: U, I, L, Q, S.

Построить векторную диаграмму.

2

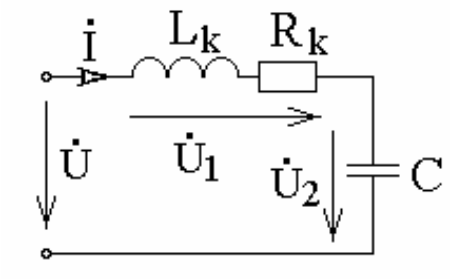


Дано: f = 50 Гц ; U_K = 282,8 В ; $\varphi = -60^{\circ}$; L_K = 159,2 мГн ; R_K = 50 Ом

Определить: U, I, C, P, Q, S.

Построить векторную диаграмму.

3



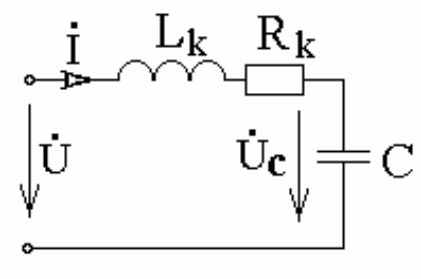
Дано: f = 50 Гц ; $\varphi = 0^{\circ}$;

U_1 = 100 В ; U_2 = 60 В ; I = 2 А .

Определить: U, R_K , L_K , C , P.

Построить векторную диаграмму.

4



Дано: f = 50 Гц ; U_C = 100 В ;

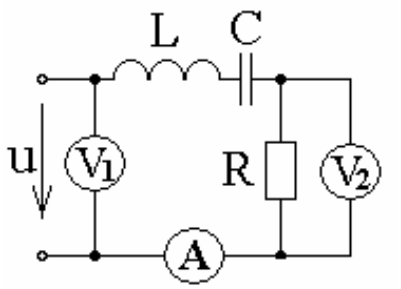
$\varphi = 60^{\circ}$; P = 125 Вт ;

C = 127,3 мкФ .

Определить: U, I, R_K , L_K , Q.

Построить векторную диаграмму.

5



Дано: f = 50 Гц ; U_2 = 40 В ;

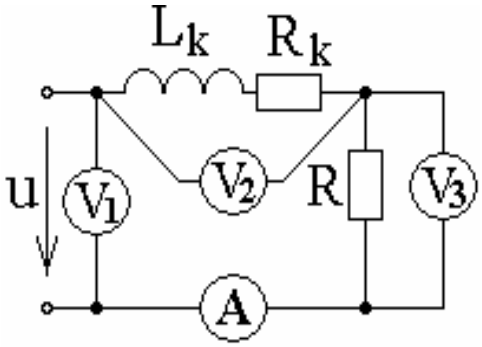
L = 63,7 мГн ;

R = 8 Ом ; C = 122,4 мкФ .

Определить: U_1, I, L , P , Q ,S .

Построить векторную диаграмму.

6



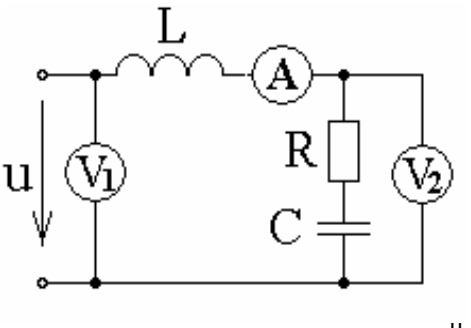
Дано: f = 50 Гц ; U_1 = 220 В ;

U_2 = 138 В ; U_3 = 110 В ; R = 22 Ом .

Определить параметры катушки индуктивности:

R_K, L_K , ток I . Построить векторную диаграмму.

Задача 7



Дано: f = 50Гц ; $\varphi = 0^{\circ}$.

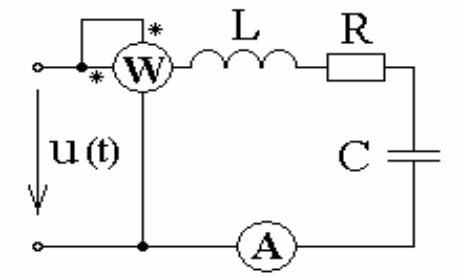
Показания приборов:

U_1 = 40 В ; U_2 = 100 В ; I = 5 А .

Определить: R , L , C , P , Q ,S .

Построить векторную диаграмму.

8



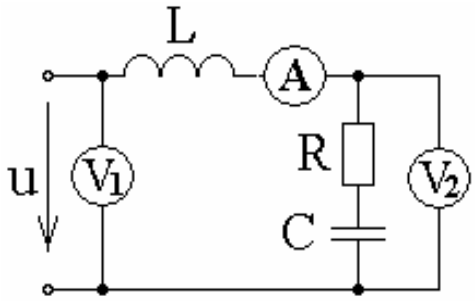
Дано: $u(t) = 282,8 \cdot Sin\,(314 \cdot t)$ В;

C = 53 мкФ ; R = 40 Ом ; $\varphi = 0^{\circ}$.

Определить показания приборов, индуктивность L катушки .

Построить векторную диаграмму.

9



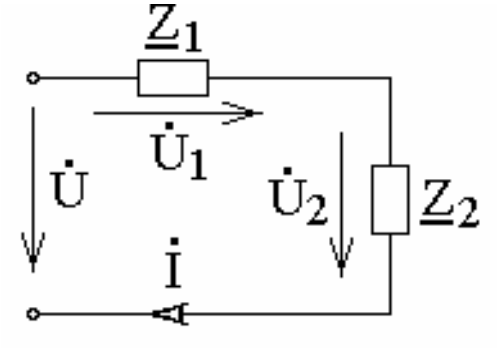
Дано: U_1 = 100 В ; U_2 = 180 В ;

P =500 Вт ; $\varphi = 0^{\circ}$.

Определить: I, R , L , C , Q.

Построить векторную диаграмму.

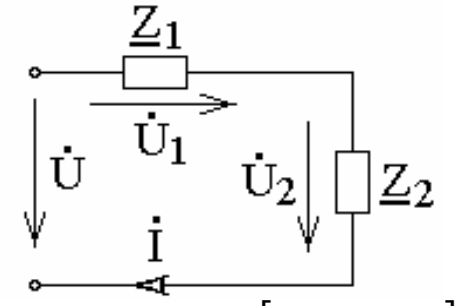
10



Дано: U_1 = 200 В; P_1 = 1 кВт ; $\varphi_1 = 60^{\circ}$;
$\underline{Z}_2 = [\,6 - j \cdot 8\,]$Ом.

Определить: U, U_2 , I, P , Q , S , φ.
Построить векторную диаграмму.

11

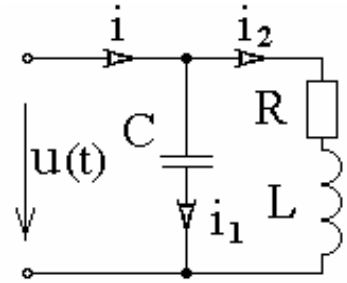


Дано: $\underline{Z}_1 = [\,30 + j \cdot 40\,]$Ом;

U_2 = 231 В ; P_2 = 2 кВт ; $\varphi_2 = -30^{\circ}$.

Определить: U ; U_1, I, P, Q , S , φ.
Построить векторную диаграмму.

12

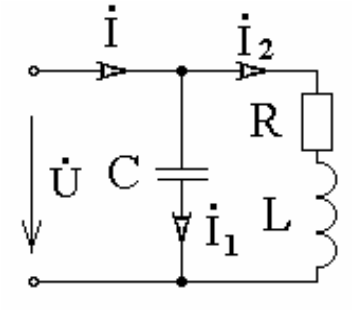


Дано: $u(t) = 141{,}4 \cdot Sin\,(314 \cdot t)$ В;

L = 25,46 мГн ; R = 6 Ом ; $\varphi = -45^{\circ}$.

Определить: C, I, I_1 , I_2 , P , Q , S .
Построить векторную диаграмму.

13



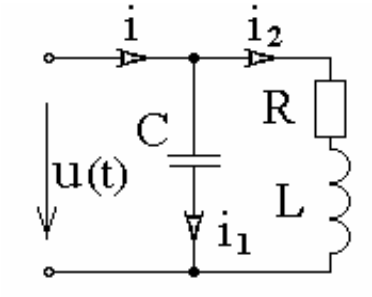
Дано: U = 200 В ; $\varphi = -30^{\circ}$;

X_L = 80 Ом ; R = 60 Ом .

Определить: X_C ; I, I_1 , I_2 , P, Q, S .

Построить векторную диаграмму.

14



Дано: $u(t) = 141{,}4 \cdot Sin\,(314 \cdot t)$, В;

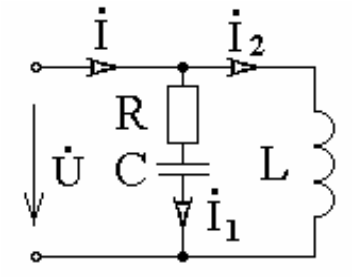
L = 95,5 мГн ;

R = 40 Ом ; $\varphi = 0^{\circ}$.

Определить: L, I, I_1 , I_2 , P ,Q , S.

Построить векторную диаграмму.

Задача 15



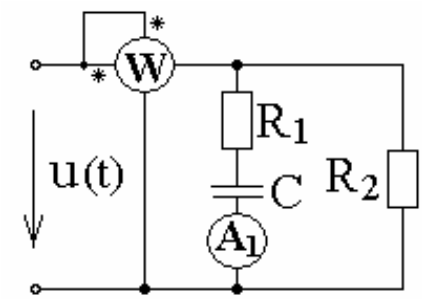
Дано: f = 50 Гц ; I_1 = 4 А ;

R = 7,5 Ом ; C = 318,3 мкФ ; $\varphi = 45^{\circ}$.

Определить: L , U, I , I_2 , P , Q , S .

Построить векторную диаграмму.

16



Дано: U = 200 В ; f = 50Гц ; R_1 = 12 Ом .

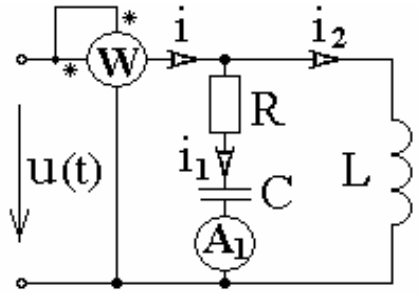
Показания приборов:

P = 1300 Вт ; I_1 = 5 А .

Определить: I_2, I, R_2 , C , Q , S .

Построить векторную диаграмму.

17



Дано: $u(t) = 212{,}1 \cdot Sin\,(314 \cdot t)$, В; L = 95,5 мГн .

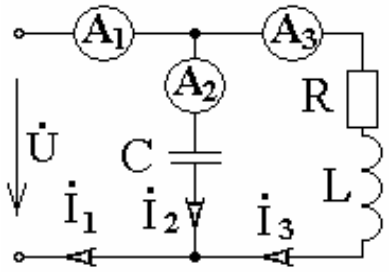
Показания приборов:

P = 180 Вт ; I_1 = 3 А .

Определить: I_2, I, R , C, Q, S .

Построить векторную диаграмму.

18



Дано: U = 120 В ; $\varphi_3 = 45^{\circ}$.

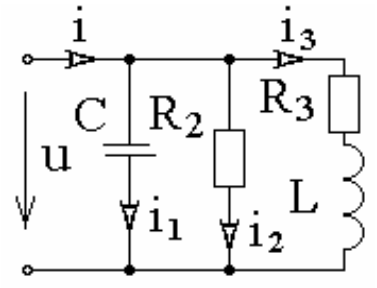
Показания приборов:

I_2 = 2 А ; I_3 = 4 А .

Определить: I_1, R , X_L , X_C , P, Q , S.

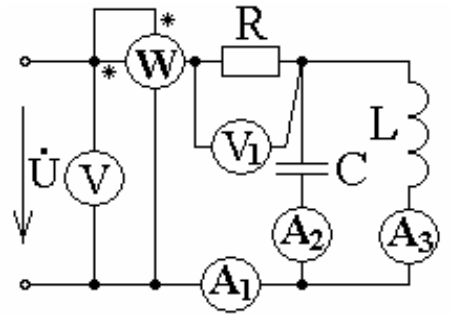
Построить векторную диаграмму.

19



Дано: U = 100 В ; $\varphi = -30^{\circ}$;
R_2 = 5 Ом ; R_3 = 6 Ом ;
X_L = 8 Ом .
Определить: X_C , токи.
Построить векторную диаграмму.

20



Дано: U = 100 В; U_1 = 80 В ;
I_2 = 10 А ; I_3 = 15 А ; f = 100 Гц .
Определить: R , L , C, показания
ваттметра и амперметра I_1.
Построить векторную диаграмму.

21 Симметричный трехфазный потребитель соединен звездой, сопротивление фазы Z A = j10 Ом , линейный ток Iл = 20 А. Определить линейное напряжение Uл.

22 Несимметричный потребитель с сопротивлениями фаз Z A = 20 Ом; Z B =10 Ом; Z C = 20 Ом соединен звездой без нейтрального провода. Линейное напряжение Uл = 200 В. Определить токи в фазах потребителя, построить векторную диаграмму.

23 Трехфазный потребитель, соединенный звездой (сопротивления фаз $Z_A = Z_B = Z_C = 6 + j8$ Ом), подключен к генератору с линейным напряжением 220 В. Определить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи.

24 Трехфазный потребитель, соединенный звездой (сопротивления фаз $Z_A = Z_B = Z_C = 10 - j12$ Ом), подключен к генератору с линейным напряжением 380 В. Определить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи.

25 Трехфазный потребитель соединен звездой, сопротивление фазы Za =8+ j10 Ом, Zb = 10 - j10 Ом, Zc = 6 + j5 Ом, линейное напряжение Uл= 660 В. Рассчитать фазные токи с нейтральным проводом и без нейтрального провода.

4 семестр

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ:

1 Цепь синусоидального тока с ёмкостью С описывается уравнением

а) $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{-j \cdot X_C}$; б) $\dot{I} = \frac{\dot{U}}{j \cdot X_C}$; в) $P = X_C \cdot I^2$; г) $Q = 0$.

2 Угол сдвига фаз в цепи синусоидального тока при последовательном соединении элементов определится по формуле:

а) $\varphi = arctg\frac{X_L + X_C}{R}$; б) $\varphi = arctg\frac{X_L - X_C}{R}$; в) $\varphi = \arccos\frac{X_L - X_C}{R}$.

3 По какой формуле можно определить активную проводимость ветви цепи синусоидального тока с сопротивлением R и X_L?

а) $G = \frac{R^2}{R^2 + X_L^2}$; б) $G = \frac{R}{R^2 + X_L^2}$; в) $G = \frac{R}{R + X_L}$; г) $G = \frac{R}{R^2 - X_L^2}$.

4 Угол сдвига фаз в цепи синусоидального тока при параллельном соединении приёмников определится по формуле:

а) $\varphi = arctg\frac{B_L + B_C}{G}$; б) $\varphi = arctg\frac{B_L - B_C}{G}$; в) $\varphi = arctg\frac{B_L - B_C}{R}$.

5 Чему будет равен модуль полного сопротивления цепи синусоидального тока с элементами: R = 30 Ом, X_L = 20 Ом и X_C = 60 Ом?

а) $Z = 50$ Ом; б) $Z = 60$ Ом; в) $Z = 70$ Ом; г) $Z = 110$ Ом.

6 Чему будет равно действующее значение тока при подключении сопротивления (R = 80 Ом) и ёмкости (с реактивным сопротивлением X_C = 60 Ом) к источнику синусоидального напряжения (U = 140 В)?

а) $I = 1\ A$; б) $I = 1,4\ A$; в) $I = 5\ A$; г) $I = 7\ A$.

7 Для цепи синусоидального тока при параллельном соединении двух приёмников справедлива формула:

а) $\underline{Z}_{1,2} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2$; б) $\underline{Z}_{1,2} = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$; в) $\underline{Z}_{1,2} = \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}$; г) $I = I_1 + I_2$.

8 Чему равен модуль комплексного сопротивления цепи, содержащей активное сопротивление R и ёмкость С?

а) $\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$; б) $R - \frac{1}{\omega C}$; в) $\sqrt{R^2 + (\omega C)^2}$; г) $\sqrt{R^2 - \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$.

9 Какое соотношение характеризует связь между током и напряжением для резистивного элемента?

а) $u_R(t)=\frac{i(t)}{R};$ б) $u_R(t)=R\cdot i(t);$ в) $u_R(t)=R\cdot i^2(t);$ г) $i(t)=R\cdot u_R(t).$

10 Для электрической цепи синусоидального тока известны законы изменения напряжения и тока $u(t)=200\cdot Sin\left(\omega t-30^{\circ}\right)B;$ $i(t)=2\cdot Sin\left(\omega t-90^{\circ}\right)A.$ Определить активную мощность в цепи.

а) $P=50\,Bm;$ б) $P=100\,Bm;$ в) $P=200\,Bm;$ г) $P=400\,Bm.$

11 Чему будет равно действующее значение тока при подключении катушки индуктивности ($R_к$ = 30 Ом и X_L = 40 Ом) к источнику синусоидального напряжения, если U = 210 В ?

а) $I=7\,A;$ б) $I=5{,}025\,A;$ в) $I=4{,}2\,A;$ г) $I=3\,A.$

12 Комплексное действующее значение напряжения $\dot{U}=80\cdot e^{j\cdot 30^{\circ}}$. Как запишется закон изменения напряжения во времени?

а) $u(t)=\frac{80}{\sqrt{2}}\cdot Sin\left(\omega\cdot t+30^{\circ}\right),\text{В};$ б) $u(t)=80\cdot Sin\left(\omega\cdot t+30^{\circ}\right),\text{В};$

в) $u(t)=80\sqrt{2}\cdot Sin\left(\omega\cdot t+30^{\circ}\right),\text{В};$ г) $u(t)=80\cdot\sqrt{2}\cdot Sin\left(\omega\cdot t\right),\text{В}.$

13 Чему будет равно действующее значение напряжения при подключении сопротивления (R = 120 Ом) и ёмкости (с реактивным сопротивлением X_C = 160 Ом) к источнику синусоидального тока (I = 0,5 А)?

а) $U=60\,B;$ б) $U=80\,B;$ в) $U=100\,B;$ г) $U=140B.$

14 Какое соотношение характеризует связь между током и напряжением для индуктивного элемента?

а) $i(t)=L\cdot\frac{du_L(t)}{dt};$ б) $u_L(t)=L\cdot\frac{di(t)}{dt};$ в) $u_L(t)=L\cdot i(t);$ г) $u_L(t)=L\cdot\int i(t)\cdot dt.$

15 Какое соотношение характеризует связь между током и напряжением для ёмкостного элемента?

а) $u_C(t)=C\cdot\frac{di(t)}{dt};$ б) $i(t)=C\cdot\frac{du_C(t)}{dt};$ в) $i(t)=C\cdot u_C(t);$ г) $i(t)=C\cdot\int u_C(t)\cdot dt.$

16 Действующее значение синусоидального тока определится по формуле:

а) $I=\frac{I_m}{\sqrt{2}};$ б) $I=\frac{I_m}{\sqrt{3}};$ в) $I=\frac{I_m}{2};$ г) $I=\sqrt{2}\cdot I_m.$

17 По какой формуле можно определить активную мощность цепи синусоидального тока?

а) $P=U\cdot I;$ б) $P=R\cdot I^2\cdot Cos\varphi;$ в) $P=U\cdot I\cdot Sin\varphi;$ г) $P=U\cdot I\cdot Cos\varphi.$

18 Что является условием резонанса в последовательном резонансном контуре?

а) $L = C$; б) $X_L = X_C$; в) $B_L = B_C$.

19 Резонансная частота последовательного резонансного контура определится по формуле?

а) $\omega_0 = \frac{1}{L \cdot C}$; б) $\omega_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$; в) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$; г) $f_0 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$.

20 Что является условием резонанса в параллельном резонансном контуре?

а) $B_L = B_C$; б) $X_L = X_C$; в) $L = C$.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

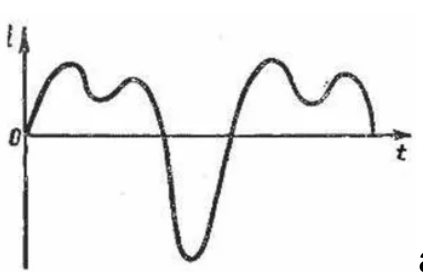
2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

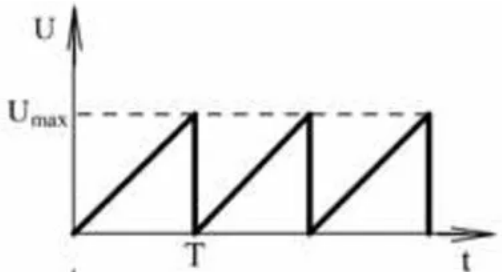
2.1 Раздел 4 Электрические цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами

Перечень вопросов для тестирования

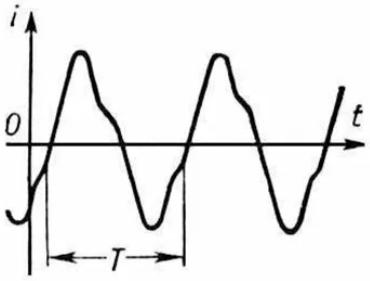
1 Укажите одно или несколько соответствий приведенных графиков электрических сигналов периодическим несинусоидальным напряжениям или токам:



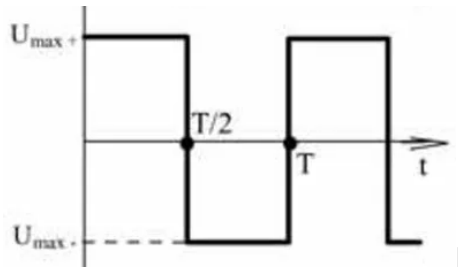
а)



б)



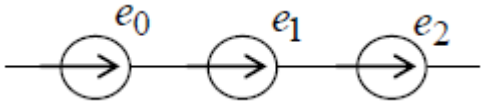
в)



г)

2 Выберите одно или несколько позиций, соответствующие выражению $e_{(t)}=E_0+E_{1m}(\omega_1 t+\Psi_1)+E_{2m}(\omega_2 t+\Psi_2)$

а) 



б)

3 Напряжение на участке электрической цепи изменяется по закону: $u(t)=30+60\sqrt{2}\cdot Sin(\omega t)+20\sqrt{2}\cdot Sin(2\cdot\omega t), B$. Чему будет равно показание вольтметра электромагнитной системы?

а) 143 В; б) 110 В; в)94,3 В; г) 70 В.

4 Ток в цепи несинусоидального тока изменяется по закону: $i(t)=12+6\sqrt{2}\cdot Sin(\omega t)+4\sqrt{2}\cdot Sin(3\cdot\omega t), A$. Чему равно показание амперметра магнито-электрической системы без выпрямителя, включенного в цепь?

а) 12 А; б) 14 А; в) 22 А; г) 26 А.

5 Как сопротивление ёмкостного элемента зависит от номера гармоники “k” в цепи несинусоидального тока?

а) $X_C^{(k)}=k\cdot\omega\cdot C;$ б) $X_C^{(k)}=\frac{1}{k}\cdot X_C^{(1)};$ в) $X_C^{(k)}=\frac{1}{k}\cdot\omega\cdot C;$ г) $X_C^{(k)}=\frac{k}{\omega\cdot C}.$

6 По стандарту напряжение промышленной частоты считается практически синусоидальным, если коэффициент несинусоидальности в нормальном режиме не превышает значения ...

а) 2 % ; б) 8 % ; в) 10 % ; г) 15 % .

7 Какое значение покажет вольтметр электромагнитной системы, включенный на несинусоидальное напряжение?

а) постоянную составляющую; б) действующее значение;

в) среднее значение; г) максимальное значение.

8 Как влияет на форму тока в цепи при несинусоидальном входном напряжении индуктивность L , включенная последовательно с нагрузкой?

а) уменьшает долю высших гармоник; б) не влияет на форму тока;

в) увеличивает долю высших гармоник.

9 Как влияет на форму тока в цепи при несинусоидальном входном напряжении ёмкость С, включенная последовательно с нагрузкой?

а) не влияет на форму тока; б) увеличивает долю высших гармоник;

в) уменьшает долю высших гармоник.

10 Как влияет на форму тока в цепи при несинусоидальном входном напряжении сопротивление R, включенное последовательно с нагрузкой?

а) уменьшает долю высших гармоник; б) не влияет на форму тока;

в) увеличивает долю высших гармоник.

11 Ток в ветви несинусоидальный, изменяется по закону: $i(t) = 3 + 6\sqrt{2} \cdot \mathrm{Sin}(\omega t) + 2\sqrt{2} \cdot \mathrm{Sin}(2 \cdot \omega t)$, А. Чему равно показание амперметра электромагнитной системы, включенного в ветвь?

а) 3 А; б) 7 А; в) 11 А; г) 14,3 А.

12 Действующее значение несинусоидального тока I определится через действующие значения составляющих гармоник I_k по формуле:

а) $I = \sum_{k=0}^{\infty} I_k$; б) $I = \sqrt{I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} I_k^2}$; в) $I = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} I_k}$; г) $I = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} I_k^2}$.

13 Напряжение в цепи несинусоидального тока изменяется по закону: $u(t) = 60 + 120\sqrt{2} \cdot \mathrm{Sin}(\omega t) + 40\sqrt{2} \cdot \mathrm{Sin}(2 \cdot \omega t)$, В. Какое значение покажет вольтметр электромагнитной системы, включенный в цепь?

а) 60 В; б) 140 В; в) 188,7 В; г) 220 В.

14 Как сопротивление индуктивного элемента зависит от номера гармоники “k” в цепи несинусоидального тока?

а) $X_L^{(k)} = \frac{1}{k} \cdot \omega \cdot L$; б) $X_L^{(k)} = \frac{1}{k} \cdot X_L^{(1)}$; в) $X_L^{(k)} = k \cdot \omega \cdot L$; г) $X_L^{(k)} = \frac{1}{k \cdot \omega \cdot L}$.

15 Чему будет равно действующее значение тока второй гармоники (k=2) в катушке индуктивности ($R_к$ = 80 Ом и $X_L^{(1)} = 30\,\text{Ом}$) при подключении к источнику несинусоидального напряжения, если $U^{(2)} = 220\text{В}$?

а) $I^{(2)} = 2\text{ А}$; б) $I^{(2)} = 2{,}2\text{ А}$; в) $I^{(2)} = 4{,}4\text{ А}$; г) $I^{(2)} = 5\text{ А}$.

16 Коэффициент искажения напряжения определится по формуле:

а) $k_И = \frac{U^{(1)}}{\sqrt{\sum_{к=0}^{\infty} U^{(K)2}}}$; б) $k_И = \frac{U^{(3)}}{U}$; в) $k_И = \frac{U}{U^{(1)}}$; г) $k_И = \frac{U^{(0)}}{U}$.

17 Коэффициент несинусоидальности (коэффициент гармоник) напряжения определится по формуле:

а) $k_{нес} = \frac{\sqrt{\sum_{к=2}^{\infty} U^{(K)}}}{U^{(1)}}$; б) $k_{нес} = \frac{\sqrt{\sum_{к=0}^{\infty} U^{(K)2}}}{U^{(1)}}$; в) $k_{нес} = \frac{\sqrt{\sum_{к=2}^{\infty} U^{(K)2}}}{U^{(1)}}$.

18 Чему будет равно действующее значение напряжения третьей гармоники на сопротивлении (R = 40 Ом) и ёмкости (с реактивным сопротивлением $X_C^{(1)} = 90\,\text{Ом}$), если действующее значение тока: $I^{(3)} = 2\,\text{А}$?

а) $U^{(3)} = 20\,\text{В}$; б) $U^{(3)} = 100\,\text{В}$; в) $U^{(3)} = 140\,\text{В}$; г) $U^{(3)} = 260\,\text{В}$.

19 Чему будет равно действующее значение тока гармоники “k” в катушке индуктивности ($R_к$ = 30 Ом и $X_L^{(k)} = 40\,\text{Ом}$), подключенной к источнику несинусоидального напряжения, если для этой гармоники $U^{(k)} = 140\,\text{В}$?

а) $I^{(k)} = 14\,\text{А}$; б) $I^{(k)} = 5\,\text{А}$; в) $I^{(k)} = 2{,}8\,\text{А}$; г) $I^{(k)} = 2\,\text{А}$.

20 Определить действующее значение тока пятой гармоники, если ток изменяется во времени по закону: $i^{(5)}(t) = 10 \cdot \text{Sin}\left(5 \cdot \omega t - 90^{\circ}\right)$, А.

а) $I^{(5)} = \frac{10}{\sqrt{2}}$ А; б) $I^{(5)} = 10 \cdot \sqrt{2}$ А; в) $I^{(5)} = 10$ А; г) $I^{(5)} = \frac{10}{\sqrt{3}}$ А .

21 Как определится активная мощность цепи несинусоидального тока через составляющие гармоники ряда Фурье?

а) $P = \sum_{k=1}^{\infty} P_k$; б) $P = \sum_{k=0}^{\infty} P_k$; в) $P = \sum_{k=0}^{\infty} U_k \cdot I_k$; г) $P = \sum_{k=0}^{\infty} U_k \cdot I_k \cdot Sin\varphi_k$.

22 Комплексное действующее значение напряжения третьей гармоники в цепи известно: $\dot{U}^{(3)} = 100 \cdot e^{j \cdot 30^{\circ}}$ В. Как запишется закон изменения напряжения этой гармоники во времени?

а) $u^{(3)}(t) = \frac{100}{\sqrt{2}} \cdot Sin\left(3 \cdot \omega t + 30^{\circ}\right)$, В; б) $u^{(3)}(t) = 100 \cdot \text{Sin}\left(3\ \omega t + 30^{\circ}\right)$, В;

в) $u^{(3)}(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Sin}\left(\omega t + 30^{\circ}\right)$, В; г) $u^{(3)}(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{Sin}\left(3\omega t + 30^{\circ}\right)$, В.

Задачи

1 К генератору с несинусоидальным периодическим напряжением подключена цепь, состоящая из последовательного соединения активного сопротивления, индуктивности и емкости. Написать уравнение тока в цепи, если напряжение генератора может быть выражено уравнением *u(t)=40+120sin1000t+60sin(2000t−π/6)+50sin(5000t−π3),* В. Найти действующее значение напряжения на конденсаторе и мощность, расходуемую в цепи, где *R*=50 Ом, *L*=0,05 Гн, С= 5мкФ.

2 Определить показания амперметра электродинамической системы, включенного с помощью измерительного трансформатора в цепь, содержащую идеальный вентиль и активное сопротивление (схема 1).

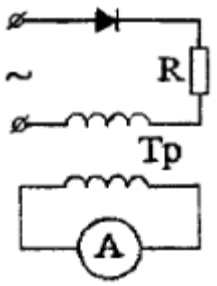


Схема 1

3 На вход схемы 2 с параметрами R_1=100 Ом, R_2=600 Ом, ωL=3000 Ом; 1/(ωC) = 20 Ом подано напряжение от идеального двухполупериодного выпрямителя с частотой ω (рисунок 3). Найти входной ток *i(t).*

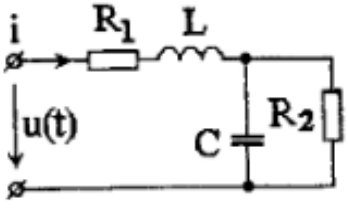


Схема 2

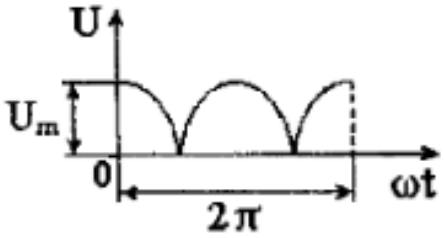


Рисунок 3

4 Определить действующее значение напряжения *U*, если его мгновенное значение u = 8,1sinωt - 0,9sin3ωt +0,32 sin5ωt.

5 Цепь (схема 4), элементы которой имеют параметры R = 40 Ом, L = 31,2 мГн и C = 146 мкФ, подключена к источнику несинусоидального напряжения u=25+100 sin(ωt+45°)+50 sin(3ωt–30°) с частотой первой гармоники f1 = 50 Гц. Определить показания приборов, указанных на схеме. Записать аналитическое выражение несинусоидального тока в цепи.

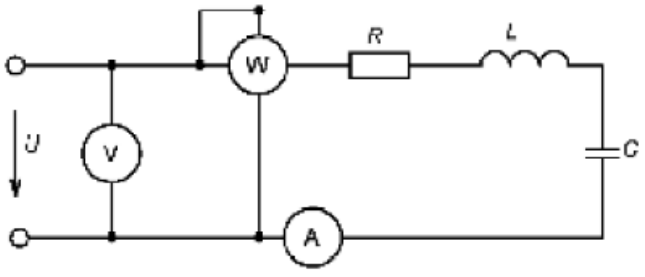


Схема 4

2.2 Раздел 5 Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях

Перечень вопросов для тестирования:

1 Выберите соответствующий параметр, определяющий закон коммутации для индуктивного и емкостного элементов

а) I б) U в) E

2 Положение ключа в электрической схеме указывает на последующее действие: замыкание, отключение



а)



б)

3 Закон коммутации для токов математически запишется:

а) $i_L(+0)=i_L(0)=i_L(-0)$; б) $i_R(+0)=i_R(0)=i_R(-0)$; в) $i_C(+0)=i_C(0)=i_C(-0)$.

4 Закон коммутации для напряжений математически запишется:

а) $u_R(+0)=u_R(0)=u_R(-0)$; б) $u_L(+0)=u_L(0)=u_L(-0)$;

в) $u_C(+0)=u_C(0)=u_C(-0)$.

5 По какой формуле определится постоянная времени цепи R - L при переходном процессе?

а) $\tau=\frac{R}{L}$; б) $\tau=R\cdot L$; в) $\tau=\frac{L}{R}$; г) $\tau=\frac{1}{R\cdot L}$.

6 По какой формуле определится постоянная времени цепи R - C при переходном процессе?

а) $\tau=R\cdot C$; б) $\tau=\frac{R}{C}$; в) $\tau=\frac{1}{R\cdot C}$; г) $\tau=\frac{C}{R}$.

7 В каком случае переходный процесс разрядки конденсатора ёмкостью C на катушку индуктивности (R - L) будет апериодическим?

а) $R<R_{кр}=2\sqrt{\frac{L}{C}}$; б) $R>R_{кр}=2\sqrt{\frac{L}{C}}$; в) $p_1=p_2=-\frac{R}{2L}$; г) $p_{1,2}=-\alpha\pm j\cdot\omega'$.

8 В каком случае переходный процесс разрядки конденсатора ёмкостью C на катушку индуктивности (R – L) будет колебательным?

а) $R>R_{кр}=2\sqrt{\frac{L}{C}}$; б) $R=R_{кр}=2\sqrt{\frac{L}{C}}$; в) $p_{1,2}=-\alpha\pm j\cdot\omega'$; г) $p_1=p_2=-\frac{R}{2L}$.

9 Практическая длительность переходного процесса в случае одного корня характеристического уравнения p $\left[\tau=1/|p|\right]$ определится:

а) $t_{ПП}=\frac{3\div5}{\tau}$; б) $t_{ПП}=\frac{\tau}{3\div5}$; в) $t_{ПП}=(3\div5)\cdot\tau$; г) $t_{ПП}=(3\div5)\cdot|p|$.

10 При выполнении какого условия переходный процесс разрядки конденсатора ёмкостью C на катушку индуктивности (R – L) будет предельным апериодическим?

а) $R > R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$; б) $R < R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$; в) $p_1 = p_2 = -\frac{R}{2L}$; г) $p_{1,2} = -\alpha \pm j \cdot \omega'$.

11 Порядок характеристического уравнения для электрической цепи определится числом … в цепи.

а) сопротивлений (K_R); б) индуктивностей (K_L); в) ёмкостей (K_C);
г) индуктивностей и ёмкостей $(K_L + K_C)$.

12 По какой формуле определится коэффициент затухания в случае колебательного переходного процесса в цепи R – L – C ?

а) $\alpha = \frac{R}{L}$; б) $\alpha = \frac{R}{2L}$; в) $\alpha = \frac{R}{3L}$; г) $\alpha = \frac{R}{2C}$.

13 Как связаны между собой частота затухающих колебаний (ω'), коэффициент затухания (α) и частота незатухающих колебаний (ω_0), в случае колебательного переходного процесса в цепи R – L – C ?

а) $\omega' = \omega_0 - \alpha$; б) $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 + \alpha^2}$; в) $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$.

14 От вида корней характеристического уравнения зависит … составляющая переходного процесса.

а) …свободная… б) …принуждённая...

15 От начальных условий к моменту коммутации зависит … составляющая переходного процесса.

а) …принуждённая... б) …свободная…

16 Чему равно изображение по Лапласу постоянного напряжения U?

а) $\frac{U}{p}$; б) $U \cdot p$; в) U.

17 Как на операторной схеме замещения изобразится внутренний источник энергии для индуктивности?

а) $\frac{L i_L(0)}{p}$; б) $L i_L(0) \cdot p$; в) $L i_L(0)$.

18 Как на операторной схеме замещения изобразится внутренний источник энергии для ёмкости?

а) $\frac{C u_C(0)}{p}$; б) $C u_C(0) \cdot p$; в) $\frac{u_C(0)}{p}$.

19 Операторное сопротивление индуктивности:

а) $Z_L(p)=\frac{1}{L\cdot p}$; б) $Z_L(p)=L\cdot p$; в) $Z_L(p)=\frac{L}{p}$.

20 Операторное сопротивление ёмкости:

а) $Z_C(p)=\frac{1}{C\cdot p}$; б) $Z_C(p)=C\cdot p$; в) $Z_C(p)=\frac{C}{p}$.

21 Формула (теорема) разложения предназначена для …

а) … нахождения изображения функции по её оригиналу;

б) … нахождения оригинала функции по её изображению.

22 Операторное сопротивление цепи R – L – C запишется:

а) $Z(p)=R+Lp+Cp$; б) $Z(p)=R+Lp+\frac{1}{Cp}$; в) $Z(p)=R+\frac{1}{Lp}+\frac{1}{Cp}$.

Задачи

1 Переходный процесс в цепи 1-го порядка при постоянной ЭДС. Дана схема 1 электрической цепи, в которой происходит коммутация. Цепь содержит источник постоянной э.д.с. *E*=100 В, *L*= 1 мГн, *R*=10 Ом.

Решить задачу классическим методом (найти закон изменения одной величины).

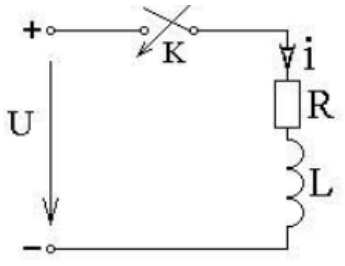


Схема 1

2 Для схемы (задача 1) рассчитать переходный процесс операторным методом (найти закон изменения одной величины).

3 Дана схема 2 электрической цепи, в которой происходит коммутация. Переходный процесс в цепи при синусоидальной ЭДС. Цепь содержит источник синусоидальной э.д.с. e(t)=127sin(ωt)? R_1=R_2=2 Ом, *L*=0,0096 Гн. До коммутации в цепи действует установившийся режим. Решить задачу классическим методом (найти закон изменения одной величины)

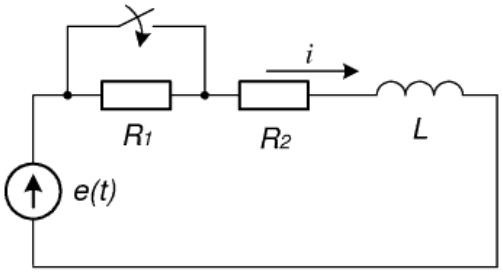


Схема 2

4 Для схемы (задача 3) рассчитать переходный процесс операторным методом (найти закон изменения одной величины)

5 В схеме 3 происходит замыкание ключа. Параметры схемы: $e(t)=25\sin\omega t$ В, $R_1=R_2$=40 Ом ,R_3=32 Ом, C=22,5 мкФ, f=100 Гц.

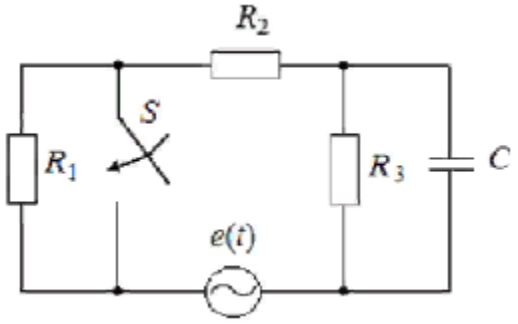


Схема 3

6 Для схемы 4 происходит отключение источника. Параметры схемы: $E=80$ В; $L=1$ мГ; $C=10^3$ пФ; $R_1=R_2=400$ Ом. Найти $U_C(t)$ классическим методом.

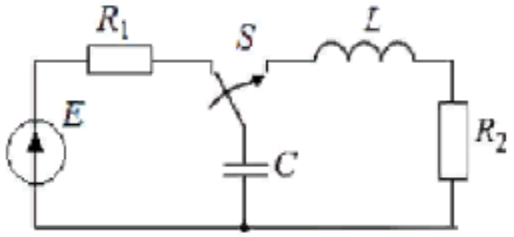


Схема 4

2.3 Раздел 6 Нелинейные электрические цепи при постоянных токах

Перечень вопросов для тестирования:

1 «Идеальный» выпрямитель характеризуется соотношениями:

а) $R_{пр}=0,\quad R_{обр}=\infty;$ б) $R_{пр}=0,\quad R_{обр}=0;$ в) $R_{пр}=\infty,\quad R_{обр}=0.$

2 Вставьте пропущенное словосочетание:

Для полупроводникового выпрямителя снимают … характеристику.

а) вебер-амперную; б) кулон-вольтную; в) вольт-амперную….

3 При идеальном вентиле в однополупериодной схеме выпрямления действующее значение выпрямленного тока определится:

а) $\mathrm{I}=\frac{\mathrm{I_m}}{\sqrt{2}};$ б) $\mathrm{I}=\frac{\mathrm{I_m}}{2};$ в) $\mathrm{I}=\frac{\mathrm{I_m}}{2\cdot\sqrt{2}}$.

4 Укажите соответствие параметров и законов для магнитной и электрической цепей:

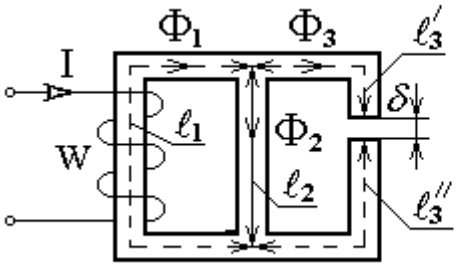
Электрическая цепь	Магнитная цепь
1 *E, В*	а) $\sum_{K=1}^{n}\Phi_K=0$

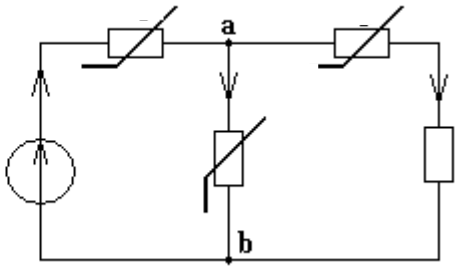
2 *I, A*	б) $\sum_{K=1}^{n} U_{M\,K} = \sum_{K=1}^{n} F_K$
3 *U, B*	в) *F, A*
4 *R,Ом*	г) $\Phi = U_i / R_i$
5 $I = \frac{U}{R}$	д) *Ф, Вб*
6 $\sum_{K=1}^{n} I_K = 0$	е) U_M, *A*
7 $\sum_{K=1}^{n} U_K = \sum_{K=1}^{n} E_K$	ж) R_M, *Гн* $^{-1}$

5 При идеальном вентиле в однополупериодной схеме выпрямления постоянная составляющая выпрямленного тока (нулевая гармоника)) определится:

а) $I_0 = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$; б) $I_0 = \frac{I_m}{2}$; в) $I_0 = \frac{I_m}{\pi}$.

6 Для магнитной цепи в электрической схеме замещения расставить электротехнические параметры: $R_{м1}$, $R_{м2}$, $R_{м3}$, $R_{м}\delta$ Φ_1, Φ_2, Φ_3, F





7 Вставьте пропущенное выражение:

Зависимость магнитной индукции B от напряженности магнитного поля H характеризуется гистерезисом, который проявляется…

а) в однозначности нелинейного соотношением между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля

б) в линейности соотношения между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля

в) в отставании изменения магнитной индукции от изменения напряженности магнитного поля

г) в отставании изменения напряженности магнитного поля от изменения магнитной индукции

8 Коэффициент искажения в однополупериодной схеме выпрямления с идеальным вентилем определится:

а) $\mathrm{Cos}\varphi = \frac{2}{\sqrt{2}}$; б) $\mathrm{Cos}\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$; в) $\mathrm{Cos}\varphi = 1$.

Задачи

1 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Поперечный разрез магнитопровода прямоугольный: внешний диаметр D_1=0,35 м, внутренний D_2=0,25 м, толщина *h=0,08 м.* Вычислить магнитную индукцию для заданного магнитного потока $Ф$=25·10^{-4} Вб.

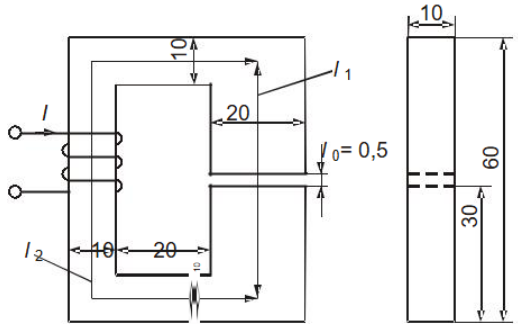
2 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода из литой стали расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Вычислить напряженность магнитного поля в катушке, если магнитная индукция B=0,63 Тл.

3 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода с длиной средней линии $l_{ср}$=0.94 м расположена обмотка с равномерным распределением витков *w=250*. Вычислить тока силу в катушке, необходимую для создания напряженности магнитного поля в катушке *H*= 490 А/м.

4 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков. Вычислить относительную магнитную проницаемость при заданном значении магнитной индукции *B*=0,63 Тл и напряженности магнитного поля в катушке *H*= 490 А/м.

5 Определить магнитодвижущую силу, необходимую для получения магнитного потока 5,9·10^{-4} Вб в кольцеобразном сердечнике, сечением S = 5 см^2. Длина средней линии магнитной индукции l = 25 см. Определить H (напряженность магнитного поля в сердечнике) и μ_r (относительная магнитная проницаемость материала сердечника). Материал сердечника - слаболегированная электротехническая листовая сталь Э11.

6 Определить ток в обмотке катушки с ферромагнитным сердечником, если заданы геометрические размеры магнитопровода (Рисунок 1), основная кривая намагничивания (Рисунок 2), число витков *W*=300 и магнитный поток Ф=1,3 10^{-4} Вб.



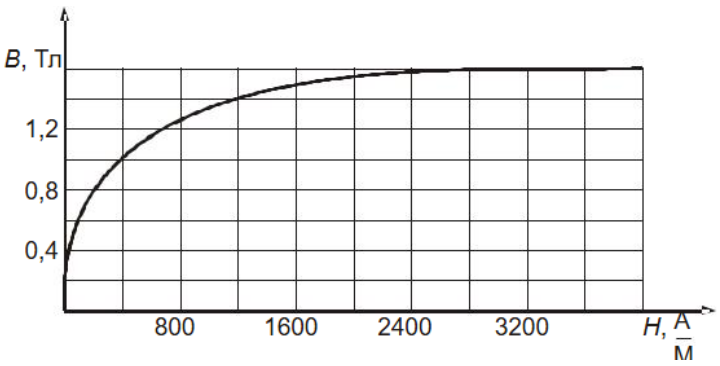


Рисунок 1 Рисунок 2

7 Рассчитать энергию, запасенную в магнитном поле катушки с кольцевым сердечником, предполагая это поле равномерным (рисунок 1), и коэффициент самоиндукции L. Все величины заданы на рисунке в общем виде, как и l, μ_r.

2.4 Раздел 7 Нелинейные электрические цепи при переменных токах

6 Магнитное напряжение участка магнитной цепи запишется:

а) $U_M = R_M \cdot I$; б) $U_M = R_M \cdot H$; в) $U_M = R_M \cdot B$; г) $U_M = R_M \cdot \Phi$.

7 С учётом допущений, принимаемых для магнитной цепи: ($\Phi_\sigma = 0;\quad B_k = Const$) для участка магнитной цепи магнитный поток Φ и магнитная индукция B связаны соотношением:

а) $\Phi = W \cdot B$; б) $\Phi = \frac{B}{S}$; в) $\Phi = S \cdot B$; г) $\Phi = \square \cdot B$.

8 Абсолютная магнитная проницаемость ферромагнетика определится:

а) $\mu_a = \frac{B}{\Phi}$; б) $\mu_a = \frac{B}{F}$; в) $\mu_a = \frac{B}{H}$; г) $\mu_a = \frac{\mu}{\mu_0}$.

9 Сердечник катушки индуктивности из ферромагнитного материала характеризуется кривой намагничивания, т.е. зависимостью ...

а) $B = f(H)$; б) $B = f(I)$; в) $B = f(\Phi)$; г) $B = f(F)$.

10 Для магнитного сопротивления участка магнитной цепи справедливо соотношение:

а) $R_M = \frac{\square}{\mu_a \cdot S}$; б) $R_M = \frac{1}{\mu_a \cdot \square \cdot S}$; в) $R_M = \mu_a \frac{\square}{S}$; г) $R_M = \frac{S}{\mu_a \cdot \square}$.

11 Магнитное напряжение $U_M = H \cdot \square$ для магнитной цепи измеряется в

а) Вольтах (В); б) Теслах (Тл); в) Веберах (Вб); г) Амперах (А).

12 Магнитное сопротивление ферромагнитного сердечника $(R_{мс})$ и магнитное сопротивление воздушного промежутка магнитной цепи $(R_{мв})$ с одинаковыми геометрическими размерами связаны между собой соотношением:

а) $R_{мв} < R_{мс}$; б) $R_{мв} = R_{мс}$; в) $R_{мв} > R_{мс}$.

13 Нелинейная индуктивность характеризуется нелинейной ... характеристикой.

а) вебер – амперной; б) вольт – амперной; в) кулон – вольтной.

14 Как запишется первый закон Кирхгофа для магнитной цепи?

а) $\sum_{k=1}^{\infty} B_k = 0$; б) $\sum_{k=1}^{\infty} \Phi_k = 0$; в) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k = 0$.

15 Как запишется второй закон Кирхгофа для магнитной цепи?

а) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k \cdot \square_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$; б) $\sum_{k=1}^{\infty} B_k \cdot \square_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$; в) $\sum_{k=1}^{\infty} H_k \cdot S_k = \sum_{k=1}^{\infty} F_k$.

16 Как насыщение сердечника катушки сказывается на форме тока в этой катушке при синусоидальном приложенном напряжении?

а) искажает форму тока; б) не влияет на форму тока; в) улучшает форму тока.

17 Магнитно-движущая сила катушки F с постоянным током I и числом витков W определится:

а) $F = \frac{I}{W}$; б) $F = W^2 \cdot I$; в) $F = W \cdot I^2$; г) $F = W \cdot I$.

18 Уравнение трансформаторной ЭДС для катушки индуктивности с сердечником и числом витков W запишется:

а) $\mathrm{E} = 4{,}44 \cdot \mathrm{W} \cdot f \cdot \Phi_{\mathrm{m}}$; б) $\mathrm{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} \mathrm{W} \cdot f \cdot \Phi_{\mathrm{m}}$; в) $\mathrm{E} = 4{,}44 \cdot \mathrm{W} \cdot \omega \cdot \Phi_{\mathrm{m}}$.

Задачи

1 Оцените потери в стали 1521 (B=1,44 Тл) при частоте 50 Гц и напряженности внешнего магнитного поля 2500 А/м и сравните эти потери с потерями в стали 1511 (B=1,5 Тл) при тех же условиях._

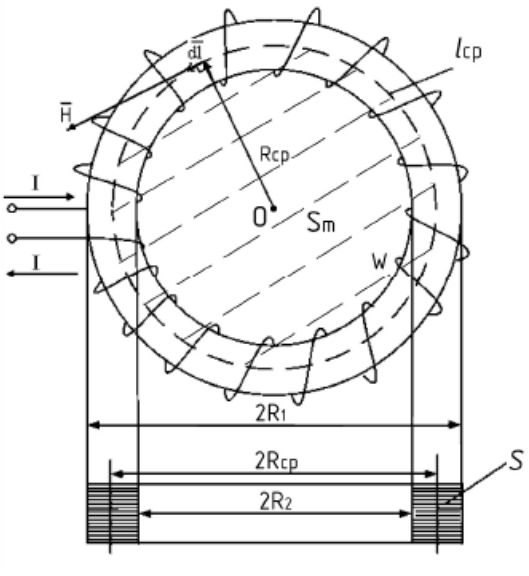


Рисунок 1

2 Определить параметры схем замещения нелинейной индуктивной катушки с последовательным и параллельным соединением элементов, если подключенные измерительные приборы показывают напряжение *U*=200 В, ток *I* = 5 А, активная мощность *P* = 300 Вт, частота сети *f* = 50 Гц, число витков *W* = 600, *R* = 6 Ом, Φ_m=12 10^{-4} Вб.

3 Определить потери в стали, угол ϕ, параметры схем замещения индуктивной катушки с ферромагнитным сердечником, если *U* =120 В, *I* = 6 А, *P* = 450 Вт, *R* = 6 Ом, *Xs* =10 Ом.

4 Рассчитать $u_C(t)$ в цепи рисунок 1, если $i_J(t)$ =10sin 500t А, R =100 Ом, а нелинейная ёмкость имеет кулон-вольтную характеристику $u_C= 10^8 q^3$.

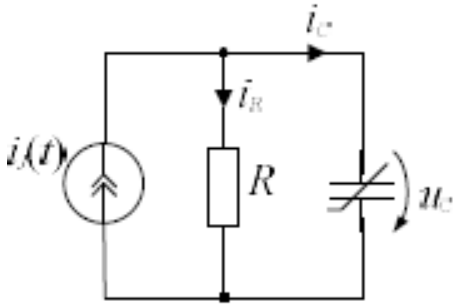


Рисунок 1

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ (разделы 4,5,7), теоретический и методический материал для самостоятельного изучения представлены в методических указаниях к практическим занятиям и приложении.

Примеры заданий на практических занятиях (4 семестр)

1 Тема «Расчет линейных электрических цепей с несинусоидальными токами»

Электрической цепь (рисунок 1) нагружена на активное сопротивление нагрузки $R_н$. На вход цепи воздействует периодическое напряжение $u_1(t)$, заданное в виде графика (рисунок 2). Значения

напряжения U_m , периода изменения T, параметров элементов схемы L, C и сопротивления $R_н$ заданы (таблица 1).

Требуется:

1 Представить входное напряжение $u_1(t)$ в виде ряда Фурье до 5-й гармоники включительно.

2 *В*ывести формулу для комплексной амплитуды напряжения на нагрузке U_{2m} через U_{1m} – амплитуду входного напряжения.

3 Записать закон изменения напряжения на нагрузке (мгно-венное значение напряжения) в виде ряда Фурье.

4 Построить друг под другом линейчатые спектры амплитуд входного $u_1(t)$ и выходного $u_2(t)$ напряжений.

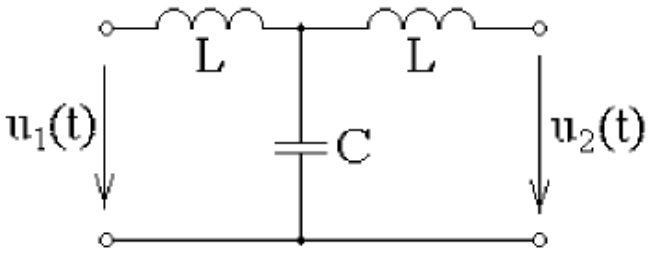


Рисунок 1

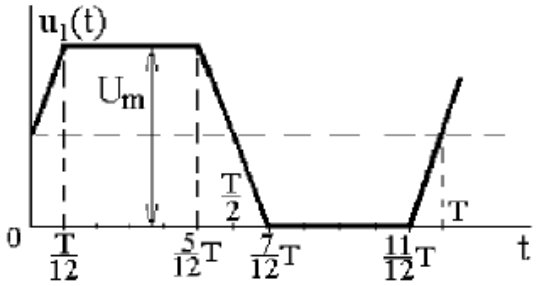


Рисунок 2

Таблица 1 – Параметры элементов электрической цепи

L	C	T	U_m	$R_н$
мГн	мкФ	мс	В	Ом
0,5	0,4	0,137	110	28,1

2 Тема «Расчёт переходных процессов после коммутации в электрической цепи R,L,C»

Рассчитать переходный процесс в цепи (рисунок 3). Исходные данные приведены в таблицах 3 и 4.

Последовательность срабатывания ключей:

первым размыкается ключ К33 (К33 = К1),

вторым замыкается ключ К21 (К21 = К2) .

Таблица 3 – Схема электрической цепи и переводные коэффициенты

№ схемы	$к_R$	$к_L$	Цепь содержит элементы	Источник энергии в цепи	Найти ток
26	1,50	1,20	R_1, R_2, L_2, R_3, C_3	E_2	$i_1(t)$

Таблица 4 – Базовые параметры элементов электрической цепи

№ варианта	E_2, В	R_{10}, Ом	R_{20}, Ом	L_{20}, мГн	R_{30}, Ом	C_{30}, мкФ
7	50	12	11	400	25	150

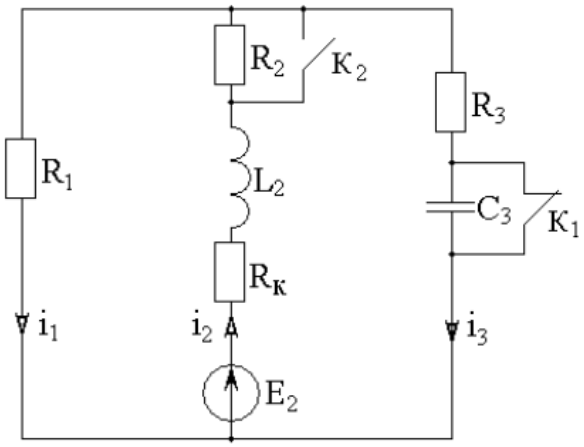


Рисунок 3

3 Тема «Переходные процессы в линейных электрических цепях. Расчет второй коммутации операторным методом»

Для схемы (рисунок 4) выполнить: произвести расчѐт операторным методом всех переходных токов и напряжений на реактивных элементах заданной электрической цепи для следующих моментов времени:

а) t = 0_; б) t = 0; в) t = ∞

Исходные данные: E=300 В, R_1=10 Ом, R_2=20 Ом, R_3=30 Ом, C=130 мкФ, L=70 мГн.

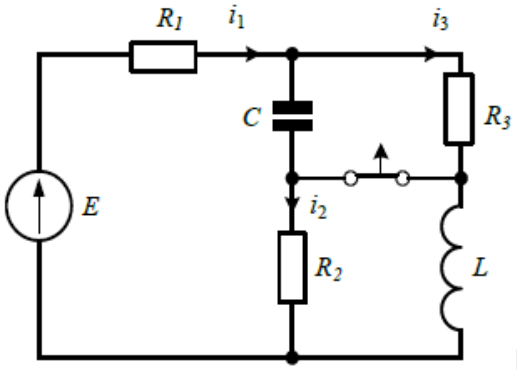


Рисунок 4

4 Тема практического занятия «Расчет установившихся режимов в нелинейных электрических цепях при переменных токах»

1 Считая напряжение, приложенное к катушке (рисунок 5) синусоидальным, найти законы изменения тока в идеализированной катушке с сердечником (без учёта гистерезиса кривой намагничивания, без учёта потерь в “стали сердечника”, без учёта потерь в проводах катушки) при различных значениях амплитуды приложенного напряжения.

2 Наибольшее значение амплитуды синусоидального напряжения необходимо выбрать такой, чтобы ферромагнитный сердечник был насыщен (магнитная индукция в сердечнике B=1,3 Тл). Необходимо рассмотреть 6-7 режимов катушки с сердечником при меньших значениях амплитуды входного напряжения.

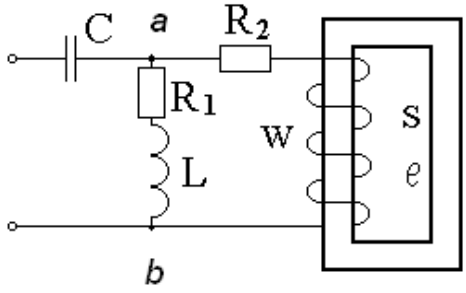


Рисунок 5

3 Найти форму тока в идеализированной катушке с сердечником при выбранном максимальном напряжения на основе полученного аппроксимирующего выражения. Построить полученный закон изменения тока во времени.

Параметры катушки с ферромагнитным сердечником и элементов электрической цепи: f = 50 Гц; S = 7 см^2 = 7□10^{-4} м^2 ; l = 0.6 м; R = 52 Ом; L_0 = 0.2 Гн; C_0 =30 мкФ = 30*10^{-6} Ф; w = 320 вит; k_L = 0.8;
k_C = 1.15;
Кривая намагничивания стали 2412

B, Тл	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
H, А/м	45	58	67	77	90	109	133	166	217	295	399	640	1230

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Причины появления несинусоидальных токов и напряжений. Нахождение коэффициентов ряда Фурье. Дискретный частотный спектр несинусоидальных функций.

2 Максимальное, среднее и действующее значения несинусоидальных токов и напряжений.

3 Коэффициенты, характеризующие несинусоидальные токи и напряжения (коэффициенты амплитуды, формы, искажения, несинусоидальности).

4 Мощности цепи несинусоидального тока (активная, реактивная, полная, мощность искажения).

5 Измерения в цепи несинусоидальных токов и напряжений.

6 Расчёт линейных электрических цепей с несинусоидальными токами.

7 Влияние параметров цепи на форму тока при несинусоидальном входном напряжении.

8 Резонансные явления в цепи с несинусоидальными токами. Электрические фильтры.

9 Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации.

10 Свободный, принуждённый и переходный токи.

11 Общий случай расчёта переходных процессов классическим методом.

12 Короткое замыкание катушки индуктивности.

13 Включение катушки индуктивности на постоянное напряжение.

14 Включение катушки индуктивности на синусоидальное напряжение. Ударный ток, ударный коэффициент.

15 Разряд конденсатора на резистор.

16 Определение постоянной времени цепи по графику переходного процесса.

17 Длительность переходного процесса.

18 Переходные процессы в цепи с последовательным соединением элементов R, L и C. Критическое сопротивление.

19 Апериодический разряд конденсатора.

20 Периодический (колебательный) разряд конденсатора. Коэффициент затухания, частота затухающих колебаний, декремент колебания.

21 Изображение временной функции по Лапласу.

22 Закон Ома в операторной форме. Законы Кирхгофа в операторной форме.

23 Эквивалентные операторные схемы замещения.

24 Нахождение оригинала по известному изображению. Теорема разложения.

25 Порядок расчёта переходных процессов операторным методом.

26 Инерционные и безынерционные нелинейные элементы электрической цепи.

27 Аналитические методы расчёта нелинейных электрических цепей.

28 Графические методы расчёта нелинейных электрических цепей.

29 Вольтамперная характеристика полупроводникового диода (реального, идеального). Аппроксимация характеристики диода.

30 Однополупериодный выпрямитель.

31 Аналитический метод расчёта цепи, содержащей полупроводниковый диод.

32 Графический метод расчёта цепи, содержащей полупроводниковый диод.

33 Форма тока и магнитного потока в катушке с ферромагнитным сердечником при синусоидальном входном напряжении.

34 Условная линеаризация нелинейной цепи переменного тока.

35 Схема замещения и векторные диаграммы катушки с ферромагнитным сердечником.