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

Преобразовательная техника

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: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 03-07-2025 19:32:29 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– сформировать у студентов представления о полупроводниковых устройствах преобразования электрической энергии и обо всей силовой электронике в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение представлений о классификации устройств преобразовательной техники;
– изучение типовых технических решений и примеры схем устройств преобразовательной техники;
– использование методов расчета электрических схем преобразователей;
– приобретение умений выбирать, проектировать, налаживать и эксплуатировать устройства силовой электроники промышленных установок.

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

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

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Электрические измерения;
– Электротехнические материалы;
– Основы технического проектирования.

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

– Системы управления электроприводов;
– Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
– Микропроцессорные системы управления электроприводов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен	ПК-2.1 Проводит сбор	– знать: существующие

	подготавливать текстовую и графическую части эскизного и технического проектов системы электропривода	информации по существующим техническим решениям системы электропривода	технические решения систем электропривода постоянного и переменного тока; методы реализации систем электропривода постоянного и переменного тока. – уметь: проводить сбор информации по существующим техническим решениям системы электропривода.
		ПК-2.2 Выбирает оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода	– знать: требования к стадиям проектирования систем электропривода; основные технические решения для электроприводов разных ттипов. – уметь: выбирать оптимальные технические решения для разработки отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода.
		ПК-2.3 Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода	– знать: современные типы преобразователей энергии для приводов постоянного и переменного тока. – уметь: выбирать оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадии проектирования преобразователя для системы электропривода.

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), 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***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***30***	*30*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***30***	*30*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***48***	*48*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общие вопросы преобразовательной техники;

Тема 1.1 Устройства силовой электроники (Преимущества полупроводниковых преобразователей по сравнению с другими типами. Классификация устройств силовой электроники.);

Тема 1.2 Основные виды вентильных преобразователей (Основные процессы и виды вентильных преобразователей электрической энергии, их структура и краткая характеристика. Понятие о выпрямлении при различных видах нагрузок, инвертировании, преобразовании частоты.);

Раздел 2 Преобразователи, работающие с сетью переменного тока;

Тема 2.1 Способы регулирования выпрямленного напряжения. (Способы регулирования выпрямленного напряжения. Принцип импульсно-фазового управления. управляемые выпрямители с активной, активно индуктивной нагрузкой и при работе на противо-ЭДС в режиме прерывистых и непрерывных токов в нагрузке. Влияние

вентильных преобразователей на питающую сеть. Фильтрокомпенсирующие устройства.);

Тема 2.2 Реверсивные преобразователи (Реверсивные преобразователи. Сравнительная характеристика совместного и раздельного способов управления инверторной и выпрямительной групп вентилей. Инверторы, ведомые сетью. Понятие о процессе инвертирования.);

Раздел 3 Обратимые преобразователи;

Тема 3.1 Классификация импульсных преобразователей напряжения (Классификация импульсных преобразователей напряжения. Рассмотрение схем и принципов работы ШИП. Нереверсивный широтноимпульсный преобразователь (ШИП) на полностью управляемых вентилях. Реверсивный ШИП постоянного напряжения. Три способа управления.);

Тема 3.2 Инверторы и матричные преобразователи (Однофазный мостовой инвертор. Трехфазный инвертор напряжения. Формирование выходного напряжения при многократных переключениях в одном периоде. Матричные преобразователи. Способы формирования выходного напряжения НПЧ. Системы управления преобразователями с искусственной коммутацией. Пути совершенствования преобразователей со звеном постоянного тока.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.1.	Общие вопросы преобразовательной техники. Устройства силовой электроники	4	
Раздел 1; Тема 1.2.	Основные процессы и виды вентильных преобразователей электрической энергии, их структура и краткая характеристика.	4	
Раздел 2; Тема 2.1.	Преобразователи, работающие с сетью переменного тока	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Реверсивные преобразователи. Сравнительная характеристика совместного и раздельного способов управления инверторной и выпрямительной групп	6	

	вентилей. Реверсивные преобразователи. Сравнительная характеристика совместного и раздельного способов управления инверторной и выпрямительной групп вентилей.		
Раздел 3; Тема 3.1.	Обратимые преобразователи. Классификация импульсных преобразователей напряжения.	6	
Раздел 3; Тема 3.2.	Однофазный мостовой инвертор. Трехфазный инвертор напряжения. Принципы работы инверторов и матричных преобразователей.	6	
Итого:		**30**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Разработка принципиальной схемы преобразователя	8	
Раздел 2.	Выбор и проверка силовых элементов преобразователя	10	
Раздел 3.	Расчет характеристик преобразователя	12	
Итого:		**30**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	Расчёт параметров преобразователя постоянного (или переменного) тока (по вариантам)	36	
Итого:		**36**	**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. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	18	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	18	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**120**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**
Раздел 1.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической

		работе; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Курсовая работа.	ПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ПК-2	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи 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 – 20 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. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка

86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

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

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – 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 – наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; оценивание этапов выполнения курсовой работы; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и

проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчётности
Анализ исходных числовых данных. Постановка задачи проектирования.	20	Раздел курсовой работы
Проектирование преобразователя с заданными параметрами.	60	Раздел курсовой работы
Разработка программного и аппаратного обеспечения. Моделирование преобразователя, проверка работоспособности.	80	Раздел курсовой работы
Оформление графического материала (чертежей, схем графической части курсового проекта)	90	Готовый графический материал
Оформление расчётно-пояснительной записки курсового проекта	100	Готовая курсовая работа

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен	хорошо

на 10 – 20 %.	
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.2 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 используется 20 вопросов 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 балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 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».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	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: курсовая работа; экзамен.

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

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.

Оценка	Требования к знаниям
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

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 дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. – Москва : Юрайт, 2022. – 206 с. – ISBN 978-5-9916-9440-7. – URL: https://urait.ru/bcode/489539 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 344 с. – ISBN 978-5-534-00077-1. – URL: https://urait.ru/bcode/488848 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Розанов, Ю. К. Справочник по силовой электронике : справочник / Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е. – Москва : МЭИ, 2019. – ISBN 978-5-383-01251-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html (дата обращения: 27.03.2025).

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;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Scilab;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

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), оснащенную специализированными стендами для проведения практических занятий;
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- 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 Модзелевский Дмитрий Евгеньевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

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



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1.Коэффициент усиления по напряжению транзисторного каскада определяется по формуле:

а) $K_U = \frac{U_{вх}}{U_{вых}}$

б) $K_U = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$

в) $K_U = \frac{U_{вых}}{U_{вых} + U_{вх}}$

г) $K_U = \beta \frac{U_{вх}}{U_{вых}}$

2. Коэффициент усиления транзисторного каскада по току:

а) $K_I = \beta \frac{I_{вх}}{I_{вых}}$

б) $K_I = \beta \frac{I_{вых}}{I_{вх}}$

в) KI = Uвх / Uвых

г) KI = Iвых / Iвх

3. Положительная обратная связь используется в…

а) выпрямителях

б) генераторах

в) усилителях

г) стабилизаторах

4. Напряжение между входами операционного усилителя

а) равно 0

б) равно Uпит

в) больше 0

г) Равно Uо.с.

5. Коэффициент усиления инвертирующего операционного усилителя с обратной связью:

А) К=Rос/Rвх

Б) К=(Rвх+Rос)/ Rос

В) К=Rвх/Rос

Г) К= Rвх/(Rвх+Rос)

6. Отрицательная обратная связь в усилителях используется с целью…
а) повышения стабильности усилителя
б) повышения коэффициента усилителя
в) повышения размеров усилителя
г) снижения напряжения питания

7. Основная характеристика резистора:
а) индуктивность L
б) сопротивление R
в) ёмкость С
г) индукция В

8. Полупроводниковый диод имеет структуру…
а) p-n-p
б) n-p-n
в) p-n
г) p-n-p-n

9. Электроды полупроводникового диода имеют название:
а) катод, управляющий электрод
б) база, эмиттер
в) катод, анод
г) база, затвор

10. Электроды полевого транзистора имеют название:
а) коллектор, база, эмиттер
б) анод, катод, управляющий электрод
в) сток, исток, затвор
г) анод, сетка, катод

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

Раздел 1 Общие вопросы преобразовательной техники

1 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, отведённых на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».
Перечень вопросов для тестирования:

1. Дополните определение

_____ — это интегральная структура, содержащая силовой ключ (IGBT, MOSFET), его обратный диод, драйвер и часто средства защиты и диагностики. (Ответ: определение в единственном числе)

2. Дополните определение

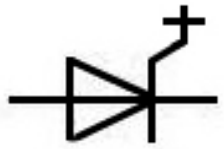
_____ — это максимальная скорость нарастания прямого тока через тиристор, при которой он еще способен надежно включиться без локального перегрева и повреждения. (Ответ: определение в единственном числе)

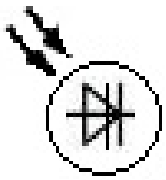
3 Расположите этапы разработки силового модуля в логической последовательности:

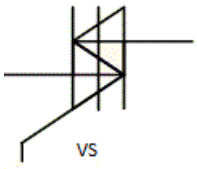
a) Тепловой расчет
b) Выбор компонентов
c) Разработка системы управления
d) Механическое конструирование
e) Электромагнитное моделирование.

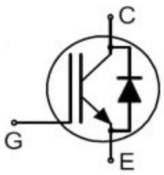
Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….; 5 …….

4. Сопоставьте обозначение и элемент

1) 

2) 

3) 

4) 

A) однооперационный тиристор
B) двухоперационный тиристор
C) симистор
D) динистор
E) IGBT-транзистор
F) биполярный транзистор
G) MOSFET-транзистор
H) фотодиод
J) фототиристор

5) 

5. Сопоставьте полупроводниковый прибор с его основным назначением:

1) Диод 2) Стабилитрон 3) Тиристор (SCR) 4) Симистор (TRIAC) 5) MOSFET	A. Управляемое одностороннее включение/выключение больших токов и напряжений. B. Двунаправленное управление током в цепях переменного тока. C. Выпрямление переменного тока, свободное обратное запирание. D. Стабилизация напряжения в обратном смещении. E. Высокоскоростное переключение при средних/высоких напряжениях, управление затвором.

6. Сопоставьте полупроводниковый прибор с его основным назначением:

1) IGBT-транзистор 2) GTO-тиристор 3) IGCT-тиристор 4) Запираемый тиристор (GCT) 5) PIN-диод 6) Быстрый восстановительный диод (FRD)	A. Высокоэффективное переключение больших мощностей (высокие U/I), комбинированный принцип. B. Полное управление включением и выключением затвором при высоких мощностях. C. Очень быстрое восстановление после прямого тока для снижения потерь при выключении. D. Управление высокими частотами, использование в ВЧ-цепях как переключатель/аттенюатор. E. Полностью управляемый тиристор с высоким di/dt и dv/dt. F. Запирание анодным током (требуется отрицательный импульс на затвор).

6. Четырёхслойный полупроводниковый прибор, обладающий двумя устойчивыми состояниями, называется

1. диод
2. полевой транзистор
3. тиристор
4. биполярный транзистор

7 Тиристоры, в которых переход прибора из закрытого состояния в открытое происходит при достижении напряжения между анодом и катодом некоторой граничной величины, называются

1. динисторы
2. однооперационные тиристоры
3. двухоперационные тиристоры
4. симисторы

8 Для того, чтобы открыть тиристор, необходимо подать следующие сигналы

1. плюс на катод, импульс на управляющий электрод
2. минус на анод, импульс на управляющий электрод
3. плюс на анод, минус на катод, импульс на управляющий электрод
4. плюс на анод, минус на катод

9 Ток, при котором происходит закрывание тиристора, называется

1. ток закрывания
2. ток уменьшения
3. ток удержания
4. ток восстановления

10 Напряжение между анодом и катодом, при котором открывается динистор, называется

1. напряжение открывания
2. напряжение включения
3. напряжение пробоя
4. напряжение инжекции

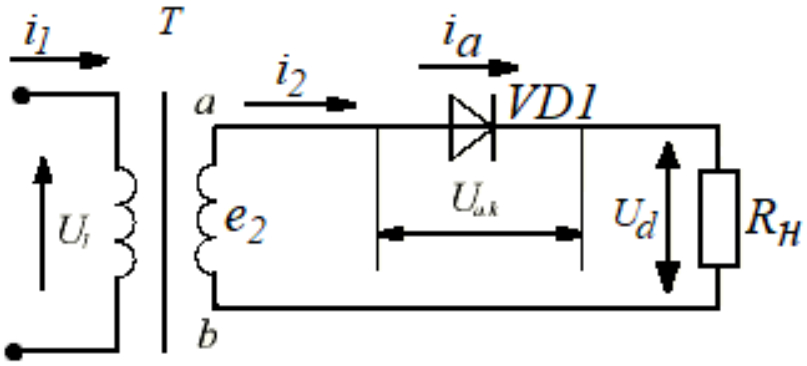
Раздел 2 Преобразователи, работающие с сетью переменного тока

1 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».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какая схема выпрямителя изображена на рисунке



а) однофазного со средней точкой
б) однофазного однополупериодного
в) однофазного мостового

2. Расположите диоды в порядке убывания максимальной рабочей частоты:

a) PIN-диод
b) Выпрямительный диод общего назначения
c) Быстрый восстановительный диод (FRD)
d) Диод Шоттки.

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….

3. Расположите силовые ключи в порядке увеличения максимальной коммутируемой мощности (от маленькой к большой):

a) MOSFET- транзистор
b) IGBT- транзистор
c) Биполярный транзистор (BJT),
d) IGCT-тиристор

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….

4. Расположите процессы в порядке их типичного следования при выключении запираемого тиристора (GCT):

a) Извлечение носителей из базы
b) Запирание прибора
c) Подача отрицательного импульса на затвор
d) Установление обратного напряжения.

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….

5. Расположите материалы подложек силовых полупроводниковых приборов в порядке увеличения ширины запрещенной зоны (Eg):

a) Германий (Ge),
b) Арсенид галлия (GaAs),
c) Карбид кремния (SiC)
d) Кремний (Si).

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….

6. Основной особенностью инвертора ведомого сетью является:
а) эти инверторы отдают энергию в сеть переменного тока;
б) питают нагрузку переменного тока не имеющую других источников питания;
в) не только преобразуют постоянный ток, но и инвертируют его по фазе;

7. Какое соотношение L_d и L_a в выпрямителях со сглаживающим дросселем
а) $L_d = L_a$
б) $L_d < L_a$
в) $L_d >> L_a$

8. Чему равен коэффициент пульсации
а) $q_{(i)}=U_{(i)m}*U_d$
б) $q_{(i)}=U_{(i)m}/U_d$
в) $q_{(i)}=1$

9. Условие совместного согласованного управления реверсивным приводом ПТ от тиристорного преобразователя:
а) $\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2 = 0$;
б) $\alpha_1 + \beta_2 = \pi$;
в) $\beta_2 + \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$.

10. Типовая мощность трансформатора в трёхфазной мостовой схеме выпрямителя:
а) $S_{TP} = S_1 = S_2$;
б) $S_{TP} = S_1 + S_2$;
в) $S_{TP} = \frac{S_1 + S_2}{2}$.

Раздел 3 Обратимые преобразователи

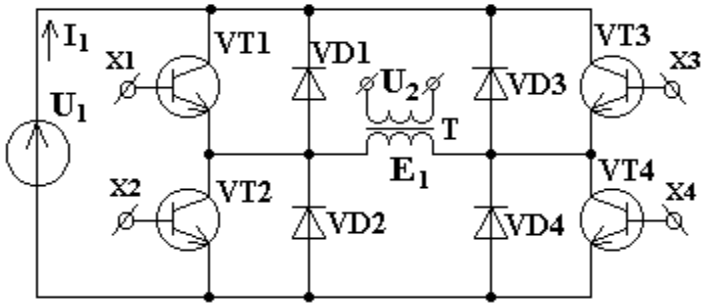
1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Схема инвертора, представленная на рисунке, называется



а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;

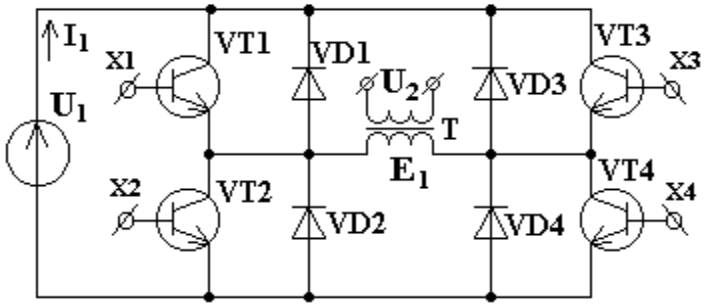
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;

в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;

г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;

д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая.

2. В схеме инвертора, представленной на рисунке транзисторы VT1, VT4 (VT2, VT3) при симметричном алгоритме управления работают



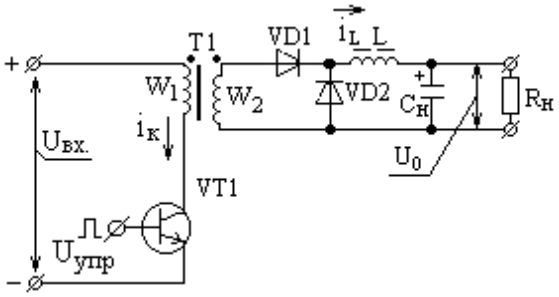
а) синхронно (в фазе);

б) в противофазе;

в) один всегда открыт, а у второго изменяется длительность сигнала управления;

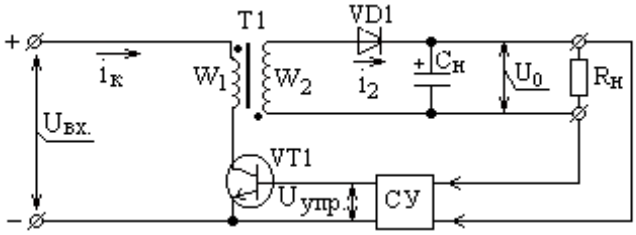
г) режим и длительность произвольные.

3. Схема преобразователя, представленная на рисунке называется



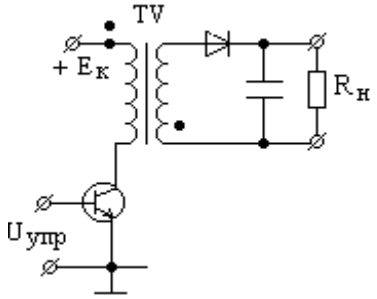
а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая.

4. Схема инвертора, представленная на рисунке называется



а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая.

5. Какие перепады индукции имеют место в сердечнике трансформатора в схеме однотактного преобразователя с независимым возбуждением:



а) Bm;

б) 2Bm
в) 2Bm – Br;
г) Bm – Br.

6. Сопоставьте топологию преобразователя с ее основной функцией:

1) Понижающий преобразователь (Buck)	A. Получение стабилизированного постоянного напряжения, меньшего, чем входное.
2) Повышающий преобразователь (Boost)	B. Получение стабилизированного постоянного напряжения, большего, чем входное.
3) Понижающе-повышающий (Buck-Boost)	C. Получение стабилизированного постоянного напряжения, полярность которого противоположна входному

7. Сопоставьте метод управления/модуляции с его описанием:

1) ШИМ (Широтно-Импульсная модуляция)	A. Изменение ширитки импульсов при постоянной частоте для управления средним значением напряжения/тока.
2) ШИМ с синусоидальной несущей (SPWM)	B. Генерация синусоидального выходного напряжения инвертора путем сравнения синусоидального сигнала с треугольным.
3) Пространственно-Векторная Модуляция (SVPWM)	D. Оптимальный метод ШИМ для трехфазных инверторов, минимизирующий гармоники и потери переключения.
4) Управление с гистерезисом (Hysteresis Control)	E. Метод, поддерживающий ток в заданном диапазоне (окне) вокруг уставки.
5) ШИМ с третьей гармоникой (THIPWM)	F. Метод ШИМ, увеличивающий диапазон линейности выходного напряжения инвертора.

8. Сопоставьте концепцию управления с её описанием:

1) Управление с предсказанием (MPC - Model Predictive Control)	A. Управление, вычисляющее оптимальное состояние ключей на следующий такт для минимизации целевой функции.
2) Векторное управление (FOC - Field Oriented Control)	B. Управление асинхронным или синхронным двигателем через управление потокосцеплением и моментом в dq-системе координат.
3) Прямое управление моментом (DTC - Direct Torque Control)	

	C. Управление асинхронным двигателем путем прямого управления моментом и потокосцеплением статора без датчика положения.

9. Расположите этапы реализации ПИ-регулятора тока в цифровой системе управления:

a) АЦП измерения тока
b) Расчет управляющего воздействия (u)
c) Расчет ошибки (e)
d) Обновление ШИМ
e) Квантование и ограничение (u)

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….; 5 …….

10. Расположите типы нагрузок по сложности управления для инвертора (от простого к сложному):

Активно-индуктивная (RL)
Двигательная (АД)
Выпрямитель с конденсатором на входе
Активная (R)

Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….

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 заданий для практических работ:

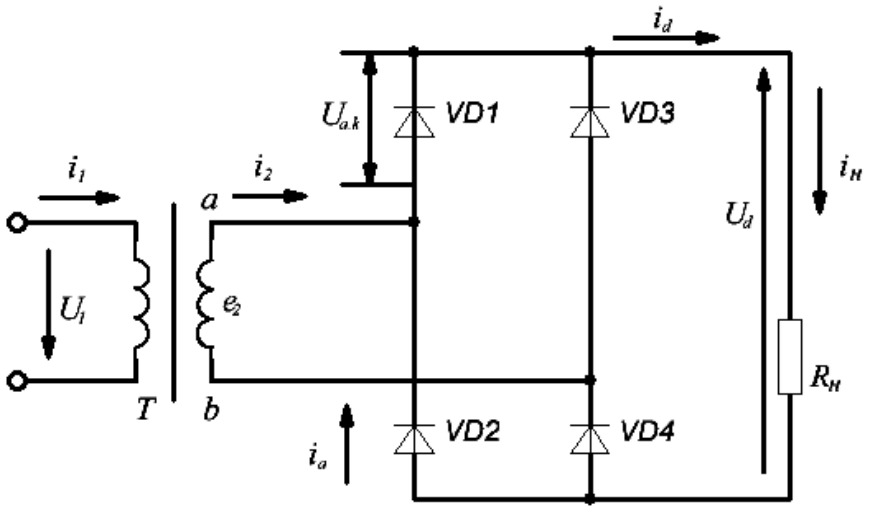
Раздел 1. Разработка принципиальной схемы преобразователя

1. Разработать двухполупериодную мостовую схему преобразователя со следующими параметрами: U_1 = 127 В, U_d = 50 В, $R_н$ = 5 Ом.
2. Разработать двухполупериодную мостовую схему преобразователя со следующими параметрами: U_1 = 220 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 10 Ом.
3. Разработать двухполупериодную схему преобразователя с нулевой точкой со следующими параметрами: U_1 = 220 В, U_d = 36 В, $R_н$ = 10 Ом.
4. Разработать двухполупериодную схему преобразователя с нулевой точкой со следующими параметрами: U_1 = 220 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 2,5 Ом.

5. Разработать однополупериодную схему преобразователя со следующими параметрами: U_1 = 220 В, U_d = 9 В, $R_н$ = 25 Ом.

Раздел 2. Выбор и проверка силовых элементов преобразователя

1 Для схемы без потерь, представленной на рисунке, заданы входное напряжение U_1 = 220 В, напряжение на выходе выпрямителя U_d = 12 В и сопротивление нагрузки $R_н$ = 6 Ом. Найти предельно допустимые параметры диодов (Ia, Ia max, Ua.к. max); необходимый коэффициент трансформации трансформатора Кт и его расчётную мощность Рт; токи, протекающие через первичную I1 и вторичную I2 обмотки трансформатора; сечение магнитопровода S и диаметр провода вторичной обмотки трансформатора d, если допустимая плотность тока J = 3 А/мм2.



2 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 220 В, U_d = 24 В, $R_н$ = 10 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

3 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 220 В, U_d = 24 В, $R_н$ = 10 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

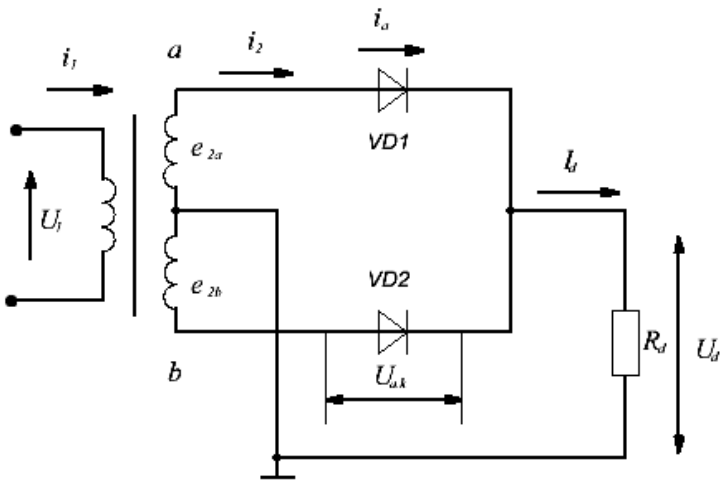
4 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

5 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 127 В, U_d = 50 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 3 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

6 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 110 В, U_d = 60 В, $R_н$ = 12 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

7 Для схемы без потерь, показанной на рисунке, заданы входное напряжение U_1 = 220 В, напряжение на выходе выпрямителя U_d = 12 В и сопротивление нагрузки $R_н$ = 6 Ом. Найти предельно допустимые параметры диодов (I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$); необходимый коэффициент трансформации трансформатора $К_т$ и его расчётную мощность $Р_т$; токи, протекающие через первичную I_1 и вторичную I_2 обмотки

трансформатора; сечение магнитопровода S и диаметр провода вторичной обмотки трансформатора d, если допустимая плотность тока J = 3 А/мм^2.



8 Для условий задачи 7, заданы U_1 = 220 В, U_d = 24 В, $R_н$ = 10 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $K_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

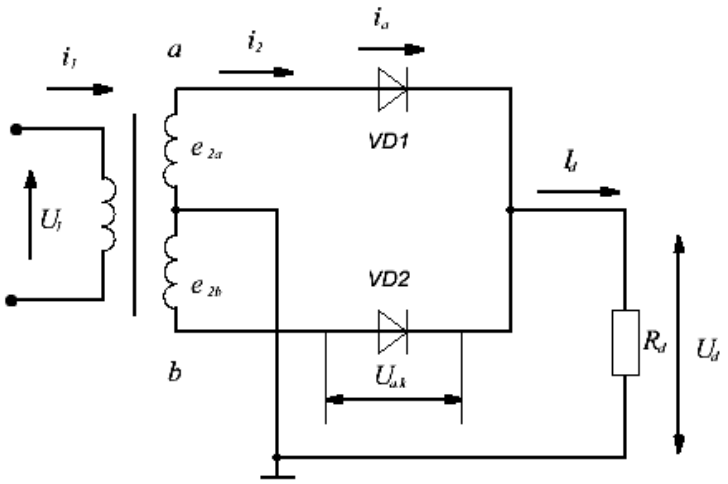
9 Для условий задачи 7, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $K_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

10 Для условий задачи 7, заданы U_1 = 127 В, U_d = 50 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 3 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $K_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

11 Для условий задачи 7, заданы U_1 = 110 В, U_d = 60 В, $R_н$ = 12 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $K_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

Раздел 3. Расчёт характеристик преобразователя

1 Для схемы на рисунке найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 10, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 100 Ом и вторичной r2 = 2 Ом.



2 Для условий задачи 1 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 12, Rн = 30 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к =

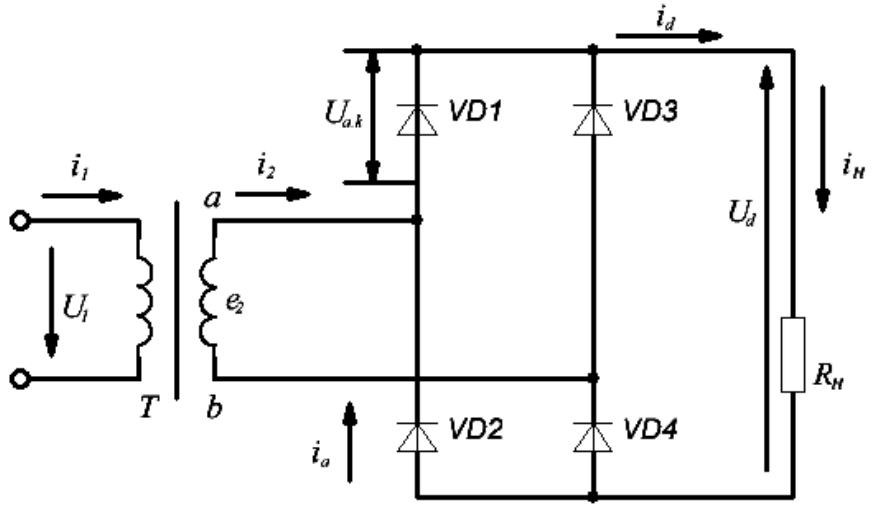
0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 80 Ом и вторичной r2 = 1,8 Ом.

3 Для условий задачи 1 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 13, Rн = 15 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,4 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 70 Ом и вторичной r2 = 1,6 Ом.

4 Для условий задачи 1 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 127 В, Kт = 4,5, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 85 Ом и вторичной r2 = 1,4 Ом.

5 Для условий задачи 1 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 127 В, Kт = 5, Rн = 25 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 95 Ом и вторичной r2 = 2,2 Ом.

6 Для схемы на рисунке найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 10, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 100 Ом и вторичной r2 = 2 Ом.



7 Для условий задачи 6 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Kт = 5, Rн = 35 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 105 Ом и вторичной r2 = 2,2 Ом.

8 Для условий задачи 6 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Kт = 4,5, Rн = 10 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 60 Ом и вторичной r2 = 0,8 Ом.

9 Для условий задачи 6 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Kт = 3,5, Rн = 15 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к =

0,4 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 90 Ом и вторичной r2 = 0,8 Ом.

10 Для условий задачи 6 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 11, Rн = 10 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 120 Ом и вторичной r2 = 0,4 Ом.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Основные типы вентильных преобразователей.
2. Классификация электронных выпрямителей. Блок схема выпрямителя.
3. Эксплуатационные характеристики выпрямителей. Идеализация элементов схем выпрямления.
4. Однофазная однополупериодная схема выпрямления.
5. Однофазная мостовая схема выпрямления.
6. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора.
7. Неуправляемый трёхфазный выпрямитель.
8. Фильтрация выпрямленного напряжения. Типы фильтров.
9. Стабилизация выпрямленного напряжения. Классификация стабилизаторов.
10. Основные параметры стабилизатора. Параметрический стабилизатор.
11. Стабилизаторы компенсационного типа. Принцип работы, виды.
12. Компенсационный стабилизатор с последовательным соединением РЭ. Принципиальная схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
13. Стабилизаторы импульсного действия.
14. Особенности выпрямителей средней и большой мощности.
15. Понятие коммутации с тиристорных преобразователях. Причины возникновения, что вызывает.
16. Поток вынужденного намагничивания (ПВН), чем вызван, какие негативные последствия. Меры уменьшения ПВН.
17. Классификация ведомых сетью управляемых преобразователей.
18. Однофазный управляемый преобразователь. Анализ работы. Регулировочная характеристика.
19. Коммутация тока, Внешние характеристики однофазных выпрямителей средней и большой мощности.
20. Мостовой трёхфазный выпрямитель. Анализ работы. Регулировочная характеристика.
21. Внешняя характеристика трёхфазного управляемого выпрямителя. Обобщённое уравнение внешней характеристики.
22. Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и тока, потребляемого выпрямителем из сети.

23. Коэффициент мощности и КПД выпрямителей.

24. Работа выпрямителей на противо-ЭДС и двигатель постоянного тока

25. Инверторы, ведомые сетью. Понятие инвертирования.

26. Аварийные режимы в инверторах. Внешняя и регулировочная характеристика инвертора.

27. Реверсивные преобразователи

28. Принцип совместного управления комплектами вентилей реверсивного преобразователя Характеристики.

29. Раздельное управление группами реверсивного тиристорного преобразователя

30. Преобразователи частоты, классификация

31. Импульсные преобразователи постоянного напряжения

32. Реверсивный ШИП постоянного напряжения. Три способа управления

33. Автономные инверторы напряжения. Однофазный мостовой инвертор.

34. Трёхфазный автономный инвертор напряжения.

35. Назначение стабилизаторов напряжения или тока.

36. Из каких частей стоит однофазная однополупериодная схема?

37. Из каких частей стоит однофазная схема с нулевым выводом?

38. Из каких частей стоит однофазная мостовая схема?

39. Как регулировать напряжение в управляемом тиристорном преобразователе?

40. Какие вентили могут быть использованы для построения импульсного преобразователя?

41. Дайте определение понятия широтно-импульсная модуляция.

42. От чего зависит наклон внешней характеристики управляемого преобразователя?

43. Из каких частей стоит трёхфазная мостовая схема выпрямителя?

44. Из каких частей стоит трёхфазная схема выпрямителя с нулевым выводом?

45. От чего зависит время коммутации тиристоров в тиристорном преобразователе?

46. Дайте определение понятия совместное управление группами реверсивного тиристорного преобразователя.

47. Дайте определение понятия раздельное управление группами реверсивного тиристорного преобразователя.

48. Назовите условия перевода управляемого тиристорного преобразователя в инверторный режим.

49.Перечислите основные эксплуатационные характеристики преобразователя.

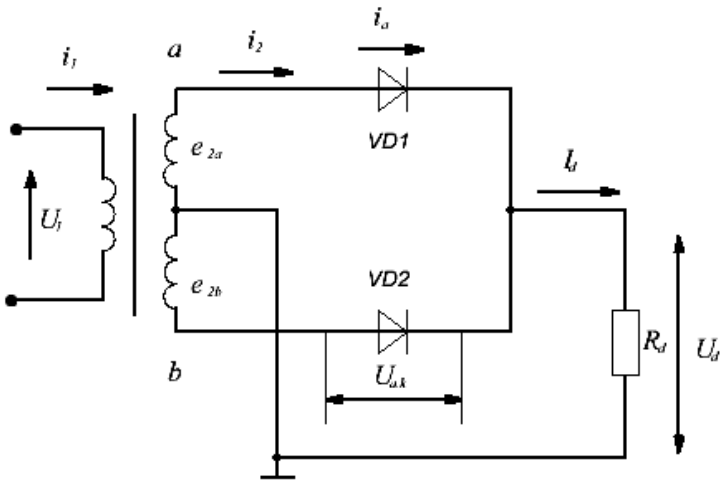
50. Дайте определение понятия внешняя характеристика.

51. Дайте определение понятия регулировочная характеристика.

52. Назначение слаживающих фильтров.

5 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1 Для схемы без потерь, показанной на рисунке, заданы входное напряжение $U_1 = 220$ В, напряжение на выходе выпрямителя $U_d = 12$ В и сопротивление нагрузки $R_н = 6$ Ом. Найти предельно допустимые параметры диодов (I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$); необходимый коэффициент трансформации трансформатора $К_т$ и его расчётную мощность $P_т$; токи, протекающие через первичную I_1 и вторичную I_2 обмотки трансформатора; сечение магнитопровода S и диаметр провода вторичной обмотки трансформатора d, если допустимая плотность тока $J = 3$ А/мм^2.



2 Для для условий задачи 1, заданы $U_1 = 220$ В, $U_d = 24$ В, $R_н = 10$ Ом, $J = 4$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

3 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 110$ В, $U_d = 12$ В, $R_н = 5$ Ом, $J = 5$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

4 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 127$ В, $U_d = 50$ В, $R_н = 5$ Ом, $J = 3$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

5 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 110$ В, $U_d = 60$ В, $R_н = 12$ Ом, $J = 4$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

6 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 380$ В, $U_d = 80$ В, $R_н = 25$ Ом, $J = 5$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

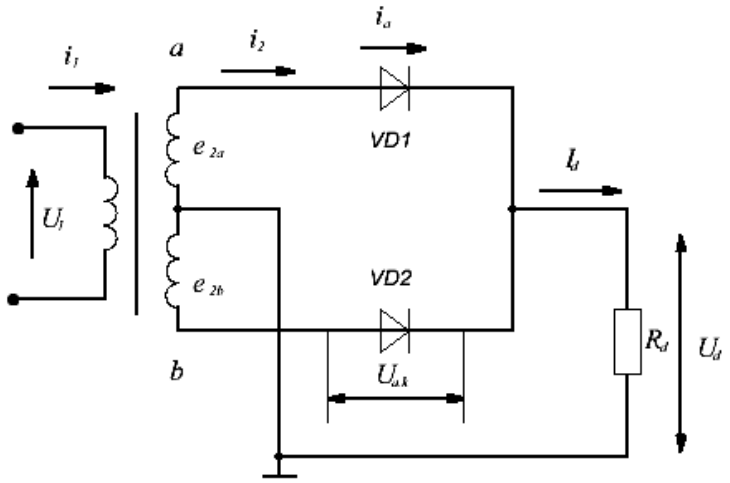
7 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 127$ В, $U_d = 54$ В, $R_н = 15$ Ом, $J = 3$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

8 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 110$ В, $U_d = 60$ В, $R_н = 8$ Ом, $J = 4$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

9 Для условий задачи 1, заданы $U_1 = 220$ В, $U_d = 36$ В, $R_н = 5$ Ом, $J = 5$ А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

10 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 220 В, U_d = 5 В, $R_н$ = 1 Ом, J = 3 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

11 Для схемы на рисунке найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Кт = 10, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 100 Ом и вторичной r2 = 2 Ом.



12 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Кт = 12, Rн = 30 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 80 Ом и вторичной r2 = 1,8 Ом.

13 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Кт = 13, Rн = 15 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,4 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 70 Ом и вторичной r2 = 1,6 Ом.

14 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 127 В, Кт = 4,5, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 85 Ом и вторичной r2 = 1,4 Ом.

15 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 127 В, Кт = 5, Rн = 25 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 95 Ом и вторичной r2 = 2,2 Ом.

16 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 127 В, Кт = 3,5, Rн = 20 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,4 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 115 Ом и вторичной r2 = 0,5 Ом.

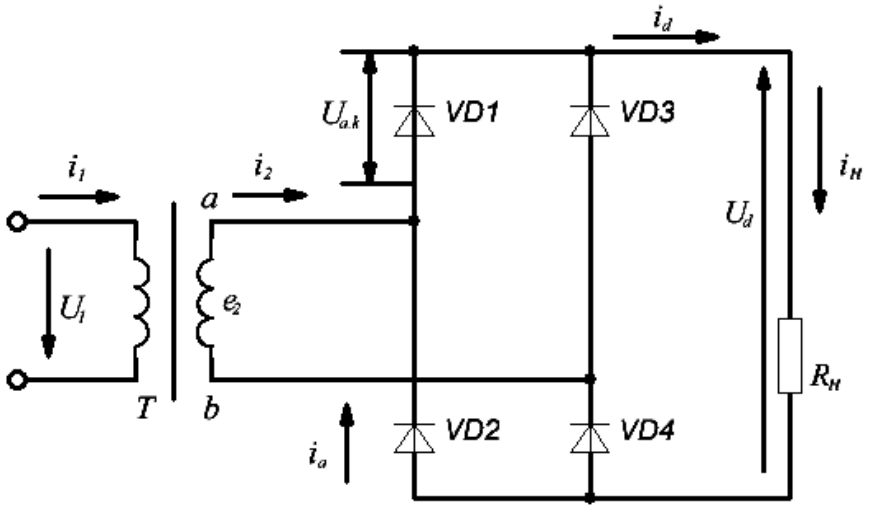
17 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Кт = 5, Rн = 35 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 105 Ом и вторичной r2 = 2,2 Ом.

18 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Кт = 4,5, Rн = 10 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 60 Ом и вторичной r2 = 0,8 Ом.

19 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Кт = 3,5, Rн = 15 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,4 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 90 Ом и вторичной r2 = 0,8 Ом.

20 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Кт = 11, Rн = 10 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 120 Ом и вторичной r2 = 0,4 Ом.

21 Для схемы без потерь, представленной на рисунке, заданы входное напряжение U_1 = 220 В, напряжение на выходе выпрямителя U_d = 12 В и сопротивление нагрузки $R_н$ = 6 Ом. Найти предельно допустимые параметры диодов (Ia, Ia max, Ua.к. max); необходимый коэффициент трансформации трансформатора Кт и его расчётную мощность Рт; токи, протекающие через первичную I1 и вторичную I2 обмотки трансформатора; сечение магнитопровода S и диаметр провода вторичной обмотки трансформатора d, если допустимая плотность тока J = 3 А/мм2.



22 Для условий задачи 21, заданы U_1 = 220 В, U_d = 24 В, $R_н$ = 10 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

23 Для условий задачи 21, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

24 Для условий задачи 21, заданы U_1 = 127 В, U_d = 50 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 3 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

25 Для условий задачи 21, заданы U_1 = 110 В, U_d = 60 В, $R_н$ = 12 Ом, J = 4 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

6 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО «Moodle».

7 Вопросы к защите курсовой работы

1. Обосновать выбор схемы тиристорного преобразователя.
2. Назначение всех элементов силовой принципиальной схемы тиристорного преобразователя. Показать расчёт параметров каждого элемента в пояснительной записке.
3. Как выбрать трансформатор?
4. Каким напряжением (фазным или линейным) создаётся напряжение на нагрузке тиристорного преобразователя?
5. По каким параметрам выбираются тиристоры?
6. По каким параметрам проверяются тиристоры?
7. Что означает величина тока [Iв]? С чем нужно сравнивать этот ток, и каким образом его можно изменить?
8. От чего зависит величина обратного напряжения на вентиле?
9. Как найти номинальный угол управления тиристорного преобразователя?
10. Что такое ударный ток?
11. Что такое внутреннее короткое замыкание?
12. По каким параметрам выбирается защиты от внутренних коротких замыканий?
13. Какие от каких внешних коротких замыканий производится защиты в тиристорном преобразователе?
14. Показать на принципиальной схеме путь тока короткого замыкания.
15. Какие перенапряжения возникают в схеме и как от них защищаться?
16. О чём говорит график согласования перегрузочных характеристик?
17. Что такое внешняя характеристика?
18. От чего зависит наклон внешней характеристики?

19. В каких квадрантах расположена внешняя характеристика, и каким режимам она соответствует?

20. Что такое ограничительная характеристика, от чего зависит её наклон?

21. Что такое β минимальный и для какой точки внешней характеристики он рассчитывается?

22. Где зона прерывистых токов на внешней характеристике?

23. Что такое регулировочная характеристика?

24. Как связаны между собой внешняя и регулировочная характеристики?

25. Каким режимам соответствует части регулировочной характеристики?

26. Для реверсивных схем знать, как связаны углы управления вентильных групп, показать это на регулировочной характеристике.

27. От чего зависит КПД и как он находился в курсовой работе?

28. От чего зависит коэффициент мощности и каким образом его можно улучшить?