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

Электроника и преобразовательная техника

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

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: 29-06-2026 08:42:48 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) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теоретические основы электротехники;
– Математика;
– Информационные технологии.

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

– Промышленные роботы и робототизированные системы;
– Системы управления электроприводов;
– Проектирование промышленных роботов;
– Электропривод мехатронных и робототехнических систем;
– Микропроцессорные системы управления электроприводов;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты

(группы) ПК		достижения ПК	обучения
	ПК-2: Способен осуществлять техническое сопровождение пусконаладки, переналадки и функционирования гибких производственных систем в машиностроении	ПК-2.1 Контролирует выполнение пусконаладки гибких производственных систем в машиностроении	– знать: существующие технические решения систем электроники и преобразовательной техники; методы реализации систем электропривода постоянного и переменного тока. – уметь: проводить сбор информации по существующим техническим решениям систем электроники и преобразовательной техники.
		ПК-2.3 Составляет приёмо-сдаточную документацию по результатам испытаний гибких производственных систем в машиностроении	– 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.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения	– знать: формы существования специальной информации и её источники. – уметь: анализировать поставленную задачу в области элементов электроники и преобразовательной техники в составе гибких

	задач		производственных систем в машиностроении..
		УК-1.3 Анализирует предлагаемые варианты решения задачи, оценивает их достоинства и недостатки	– знать: возможные способы решения задач в области элементов электроники и преобразовательной техники в составе гибких производственных систем в машиностроении. – уметь: анализировать предлагаемые варианты решений поставленных задач из области элементов электроники и преобразовательной техники в составе гибких производственных систем в машиностроении.

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***	***5 семестр***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*72*	*108*
	зачетных единиц	***5***	*2*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***36***	*16*	*20*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***36***	*16*	*20*

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. час.*	***81***	*31*	*50*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***27***	*9*	*18*
в форме практической подготовки	***0***	*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.	6	
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 вентилей. Реверсивные преобразователи. Сравнительная характеристика совместного и раздельного способов управления инверторной и выпрямительной групп вентилей.	8	
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	8	

	преобразователей.		
Итого:		**36**	**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	10	
Раздел 2.	Выбор и проверка силовых элементов преобразователя	12	
Раздел 3.	Расчет характеристик преобразователя	14	
Итого:		**36**	**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**
	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. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	27	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного	28	

	материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	26	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**108**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-2; УК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2; УК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2; УК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-2; УК-1	1. Зачет на основе результатов текущего контроля
Экзамен.	ПК-2; УК-1	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля

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 – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий 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

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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний 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 (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.2 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. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

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).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.3 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют по итогам выполнения работы. Требования к содержанию отчета содержатся в методических указаниях.

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.

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он подготовил отчет о практической работе в котором: задание выполнено без серьезных ошибок и оформлено в соответствии с требованиями (без серьезных недочетов), содержание раскрывает тему задания.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который представил отчет о практической работе не соответствующий требованиям, содержащий ошибки в расчетах, выводах. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

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: зачёт и экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачёт и экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете (зачтено/ незачтено)

Зачет проводится по результатам текущего контроля.

Таблица – Шкала оценивания обучающегося по дисциплине «Электроника и преобразовательная техника» по результатам текущего контроля

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку ниже трех баллов. Оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Экзамен проводится на основе результатов текущего контроля и/или в форме компьютерного (с использованием СУО СибГИУ) или бланкового тестирования, которое охватывает все изученные вопросы и/или собеседования по теоретическим вопросам, составленным по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Таблица – Шкала оценивания экзамена на основе результатов текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине «Электроника и преобразовательная техника»

Оценка экзамена	Требования к знаниям

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше трех баллов, выполнил более 80 % заданий и посещал более 30 % аудиторных занятий.
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов, выполнил более 60 % заданий.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

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, 2026. – 206 с. – ISBN 978-5-9916-9440-7. – URL: https://urait.ru/bcode/583437 (дата обращения: 05.02.2026);

2 Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 397 с. – ISBN 978-5-534-19967-3. – URL: https://urait.ru/bcode/582746 (дата обращения: 05.02.2026);

3 Родыгин, А. В. Силовая электроника : учебное пособие / А. В. Родыгин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с. – ISBN 978-5-7782-3289-1. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576751 (дата обращения: 05.02.2026);

4 Шогенов, А. Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника : учебник / А. Х. Шогенов, Д. С. Стребков, Ю. Х. Шогенов ; ред. Д. С. Стребков. – Москва : Физматлит, 2017. – 416 с. – ISBN 978-5-9221-1784-5. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494 (дата обращения: 05.02.2026).

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.

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) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

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 СибГИУ.

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

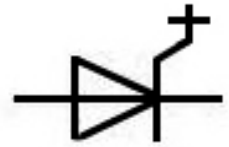
_____ — это максимальная скорость нарастания прямого тока через тиристор, при которой он еще способен надежно включиться без локального перегрева и повреждения. (Ответ: определение в единственном числе)

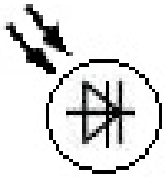
3 Расположите этапы разработки силового модуля в логической последовательности:

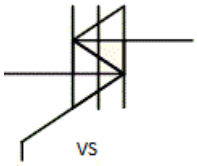
a) Тепловой расчет
b) Выбор компонентов
c) Разработка системы управления
d) Механическое конструирование
e) Электромагнитное моделирование.

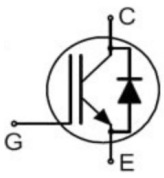
Ответ: 1 …….; 2 …….; 3 …….; 4 …….; 5 …….

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

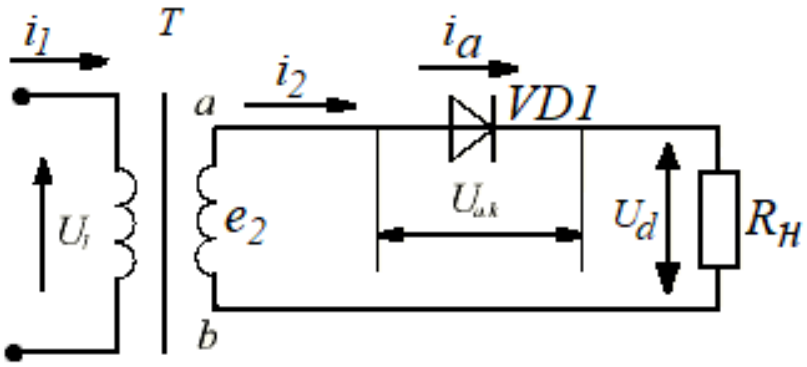
Раздел 2 Преобразователи, работающие с сетью переменного тока

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 СибГИУ.

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) $S_{TP} = \frac{S_1 + S_2}{2}$.

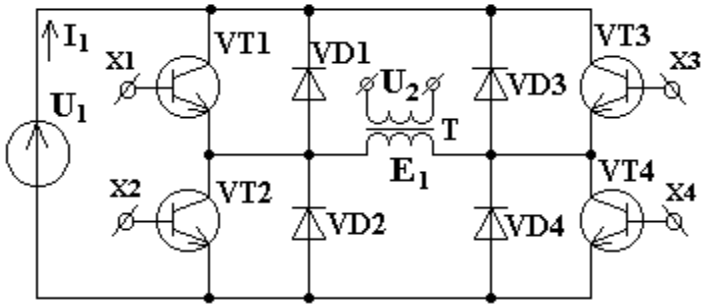
Раздел 3 Обратимые преобразователи

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 СибГИУ.

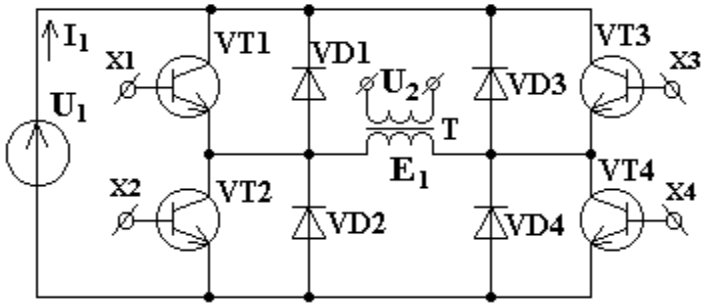
Перечень вопросов для тестирования:

1. Схема инвертора, представленная на рисунке, называется



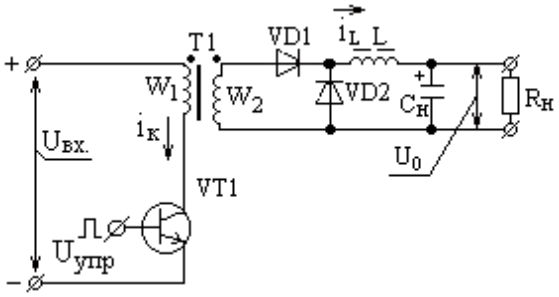
а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная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

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



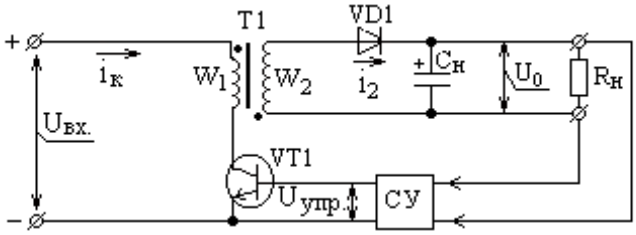
а) синхронно (в фазе);
б) в противофазе;
в) один всегда открыт, а у второго изменяется длительность сигнала управления;
г) режим и длительность произвольные.

3. Схема преобразователя, представленная на рисунке называется



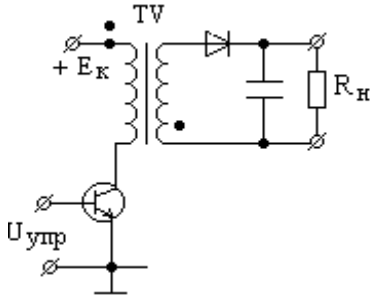
а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная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

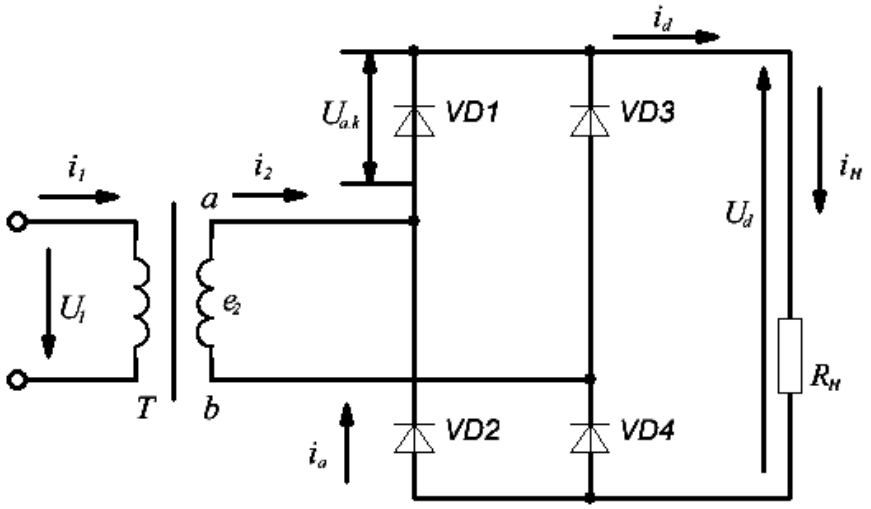
1. Разработать двухполупериодную мостовую схему преобразователя со следующими параметрами: U_1 = 127 В, U_d = 50 В, $R_н$ = 5 Ом.
2. Разработать двухполупериодную мостовую схему преобразователя со следующими параметрами: U_1 = 220 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 10 Ом.
3. Разработать двухполупериодную схему преобразователя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

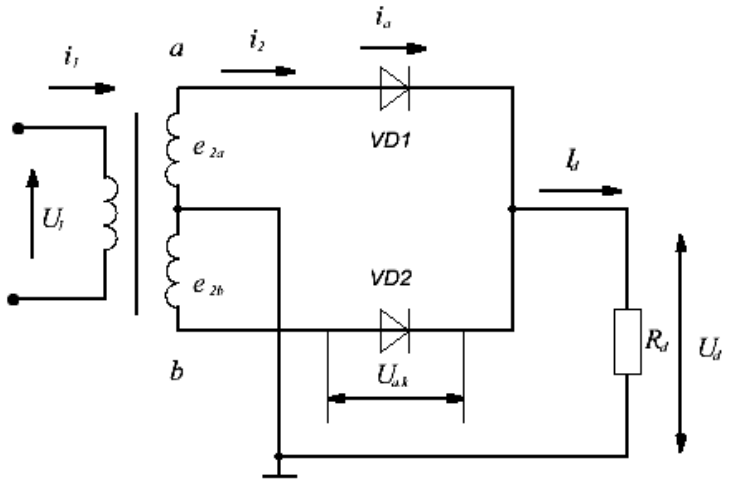
4 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

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 $P_т$; 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.



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, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

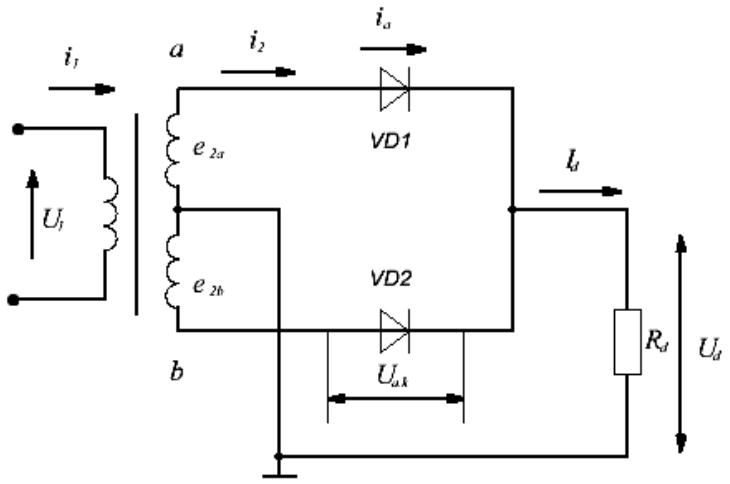
9 Для условий задачи 7, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

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, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, 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, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, 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, 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.



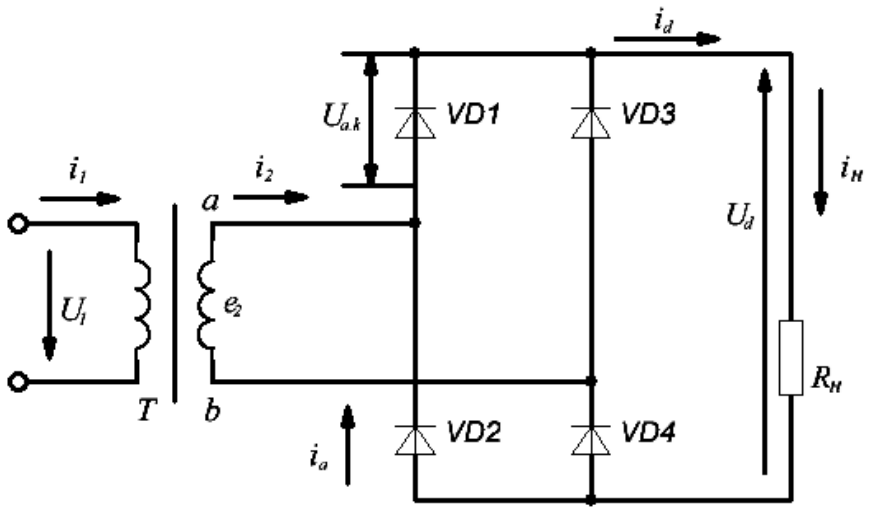
2 Для условий задачи 1 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 220 В, Kт = 12, Rн = 30 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,6 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 80 Ом и вторичной r2 = 1,8 Ом.

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 ΔUa.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 ΔUa.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 ΔUa.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 ΔUa.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 120 Ом и вторичной r2 = 0,4 Ом.

4 Задания (вопросы) к экзамену для промежуточной аттестации обучающихся

Оценивание обучающегося на экзамене по результатам текущего контроля

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных фондом оценочных средств по дисциплине.